



TUGAS AKHIR - TE145561

**Filter Elektrostatis dengan Pembersih Otomatis
Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA16 Untuk Mengurangi
Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Pada Bengkel**

**Ajeng Charisma DCP
NRP 2212039005
Angga Sihudin Hudaya
NRP 2212039028**

**Dosen Pembimbing
Slamet Budiprayitno, ST, . MT
Agus Suhanto, S.Pd.**

**PROGRAM D3 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - TE145561

***ELECTROSTATIC FILTER AUTOMATIC CLEANSER UTILIZING
THE MICROCONTROLLER ATMEGA16 TO LESSEN THE
VEHICLE EMISSIONS AT SERVICE STATION***

Ajeng Charisma DCP
NRP 2212039005
Angga Silahudin Hudaya
NRP 2212039028

Advisor
Slamet Budiprayitno, ST, . MT.
Agus Suhanto, S.Pd.

*Electrical Engineering D3 Program
Industrial Technology Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015*

**FILTER ELEKTROSTATIS DENGAN PEMBERSIH OTOMATIS
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA16 UNTUK
MENGURANGI EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
PADA BENGKEL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya**

Pada

Bidang Studi Elektro Industri

Program Studi D3 Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Slamet Budiprayitno, ST., MT.

NIP. 19781113 201012 1 002

Agus Suhanto, S.Pd.

NIP. 19650821 198603 1 010

**SURABAYA
JUNI, 2015**

**Filter Elektrostatis dengan Pembersih Otomatis Menggunakan
Mikrokontroler ATMEGA16 Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang
Kendaraan Bermotor Pada Bengkel**

Nama Mahasiswa 1	: Ajeng Charisma DCP
NRP	: 2212 039 005
Nama Mahasiswa 2	: Angga Silahudin Hudaya
NRP	: 2212 039 028
Dosen Pembimbing 1	: Slamet Budiprayitno, ST., MT.
NIP	: 19781113 201012 1 002
Dosen Pembimbing 2	: Agus Suhanto, S.Pd.
NIP	: 19650821 198603 1 010

ABSTRAK

Dewasa ini kendaraan bermotor meningkat sangat pesat. Hal ini sangatlah wajar karena dengan meningkatnya populasi kehidupan maka perlu adanya transportasi yang lebih banyak untuk mendistribusikannya. Dari BPS dapat diketahui bahwa sejak tahun 2000 sampai tahun 2008 terjadi lonjakan jumlah kendaraan dari 18.975.344 menjadi 65.273.451 di tahun 2008. Karena jumlah kendaraan dan tempat perbaikan (*service*) berbanding lurus, maka dapat dipastikan asap yang dikeluarkan oleh saluran pembuangan pada tempat *service* itu akan sama besarnya dengan peningkatan polusi yang ada di kota. Hal ini akan mengakibatkan polusi udara akan semakin berbahaya. CO diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung, sistem syaraf pusat, juga janin, dan semua organ tubuh yang peka terhadap kekurangan oksigen.

Oleh karena itu, perlu adanya sebuah filter yang mampu digunakan untuk mengurangi emisi gas buang yang dikeluarkan oleh tempat pengujian sepeda motor atau tempat *service* kendaraan bermotor. Dalam hal ini filter yang digunakan adalah filter elektrostatis yang mampu mengionisasikan partikel sehingga dapat menyaring gas buang kendaraan. Dengan efisiensi hingga 30%, filter ini diharapkan dapat menurunkan kadar emisi gas buang yang dikeluarkan oleh saluran pembuangan pada tempat *service* tersebut agar sesuai dengan standard yang ada. Sehingga kualitas udara suatu kota atau daerah tetap dalam keadaan yang nyaman.

Kata kunci : mikrokontroler , filter elektrostatis, transportasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

***Electrostatic Filter with Automatic Cleanser Utilizing the
Microcontroller ATMEGA16 To Lessen the Vehicle Emissions At
Service Station***

<i>Student 1</i>	: Ajeng Charisma DCP
NRP	: 2212 039 005
<i>Student 2</i>	: Angga Silahudin Hudaya
NRP	: 2212 039 028
<i>Advisor 1</i>	: Slamet Budiprayitno, ST., MT.
NIP	: 19781113 201012 1 002
<i>Advisor 2</i>	: Agus Suhanto, S.Pd.
NIP	: 19650821 198603 1 010

ABSTRACT

Nowadays, motor vehicles increase rapidly. It is quite natural because with the increasing population of life it is necessary to transport more to distribute motor vehicles. From the data in BPS it is known that since 2000 to 2008 there was a surge of vehicles from 18,975,344 into 65,273,451 in 2008. Because the number of vehicles and a service station (service) is equal, then certainly the smoke released by the disposal at the site of the service station will be equal to the increasement of the air pollution in the city. This will lead the air pollution to become more dangerous. CO is known to affect the performance of the heart, central nervous system, as well as fetuses, and all organs of the body that are susceptible to the lack of oxygen.

Therefore, a filter that could be used to decrease the level of emission from the motorcycle test station or service station is needed. In this case, the filter used is the electrostatic filter, which is capable to ionize particles so that it can filter the vehicle emission. With 30% of efficiency, this filter is expected to be able to reduce the levels of emissions released by the exhaust in the service station to meet the standards. As a result, the air quality in the city or region remains safe.

Key terms: microcontroller, electrostatic filter, transportation

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

“Filter Elektrostatis dengan Pembersih Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA16 Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Pada Bengkel”

Dan tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Dosen Pembimbing Tugas Akhir, telah bersedia membimbing dan membantu kami saat pelaksanaan Tugas Akhir. Dengan dilaksanakannya Tugas Akhir ini, mempunyai harapan dapat menerapkan pengalaman dan ilmu yang telah didapatkan pada jenjang yang lebih tinggi. Penyusunan tugas akhir ini penyusun tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu. Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi rahmatNya dalam pembuatan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan penuh dan teladan bagi penulis.
3. Bapak Slamet Budiprayitno,ST.,MT dan juga Bapak Agus Suhanto, S.Pd. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
4. Teman – teman D3 Teknik Elektro 2012 atas semangat dan kerjasamanya.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pperumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Maksud dan Tujuan.....	1
1.5 Metodologi.....	2
1.6 Sistematika Laporan.....	3
1.7 Relevansi.....	3
 BAB II TEORI PENUNJANG	 5
2.1 Filter Elektrostatis.....	5
2.2 Rangkaian Filter Elektrostatis.....	5
2.3 Proses pengionisasian.....	7
2.4 Proses Pembakaran	8
2.5 <i>Power Suplly</i>	9
2.6 <i>Driver Motor</i>	13
2.7 Mikrokontroler ATMega16	15
2.7.1 Fitur – Fitur Mikrokontroler ATMega16.....	15
2.7.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATMega16.....	16
 BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN	 19
3.1 Deskripsi Kerja Alat.....	19
3.2 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	19
3.2.1 Perancangan <i>Power Supply</i>	21
3.2.2 Perancangan Rangkaian <i>Driver Motor</i>	22
3.2.3 Rangkaian Kontrol dengan Mikrokontroler ATMega16.....	24
3.3 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	25

3.3.1 Perancangan Program Mikrokontroler ATMega16....	26
3.4 Perancangan Rangkaian Filter Elektrostatik	28
3.5 Perancangan Mekanik	30
BAB IV PENGUJIAN DAN PENGUKURAN	37
4.1 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATMega16	37
4.2 Pengujian <i>Driver</i> Motor	39
4.3 Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i>	40
4.4 Analisa Rangkaian Pengali Tegangan Kaskade (<i>Walton – Cockroft</i>)	41
4.5 Pengujian Alat Secara Keseluruhan	49
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN A.....	A-1
LAMPIRAN B.....	B-1
LAMPIRAN C.....	C-1
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Massa dan Muatan Partikel	5
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada <i>Port A</i>	37
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada <i>Port B</i>	38
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada <i>Port C</i>	38
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada <i>Port D</i>	38
Tabel 4.5	Pengujian <i>Driver</i> Motor <i>Forward – Reverse</i>	40
Tabel 4.6	Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i>	41
Tabel 4.7	Rangkaian Kaskade dengan 8 tingkat dengan $R = 10\text{ M}\Omega$	43
Tabel 4.8	Rangkaian kaskade dengan 10 tingkat dengan $R = 10\text{ M}\Omega$	45
Tabel 4.9	Rangkaian kaskade dengan 12 tingkat dengan $R = 20\text{ M}\Omega$	46
Tabel 4.10	Rangkaian kaskade dengan 14 tingkat dengan $R = 20\text{ M}\Omega$	47
Tabel 4.11	Rangkaian kaskade dengan 14 tingkat dengan $R = 110\text{ M}\Omega$	48
Tabel 4.12	Data Pengujian Emisi Gas Sebelum Filter Aktif dengan Menggunakan 1 motor	50
Tabel 4.13	Data Pengujian Emisi Gas Setelah Filter Aktif serta Perbedaannya	50
Tabel 4.14	Nilai Rata – Rata pada Setiap <i>Stage</i>	52
Tabel 4.15	Data Pengujian Sebelum di Filter	53
Tabel 4.16	Data Pengujian Setelah di Filter	53
Tabel 4.17	Data Perbedaan Sesudah Filter dengan Sebelum Filter	54
Tabel 4.18	Data Nilai Rata – Rata Perbedaan Jumlah Emisi gas Setelah Filter	54

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Belakangan ini kendaraan bermotor jumlahnya semakin meningkat baik berbahan bakar solar maupun bensin. Banyaknya kendaraan tersebut juga masih belum diiringi dengan standar kualitas emisi gas buang yang diatas standar. Sehingga emisi gas buang tersebut hanya akan menambah permasalahan karena merupakan faktor penyebab Global Warming.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini akan dirancanglah sistem filter elektrostatis pada kendaraan bermotor menggunakan pembersih otomatis menggunakan Mikrokontroler ATMegal6. Filter ini mampu mengurangi partikel dan polusi yang disebabkan oleh kendaraan yang memiliki emisi gas buang dibawah standar. Dengan filter ini diharapkan dapat mengurangi polusi dan mencegah efek dari Global Warming.

1.2 Perumusan Masalah

Melihat latar belakang pada tugas akhir ini, maka permasalahan yang di ambil adalah sebagai berikut :

- 1.1.1 Bagaimana pemanfaatan teori elektrostatis untuk mengurangi gas emisi buang pada bengkel kendaraan bermotor
- 1.1.2 Bagaimana mengubah sistem pembersihan yang semula merupakan proses manual menjadi otomatis dengan pemanfaatan teori elektrostatis
- 1.1.3 Bagaimana pengaruh yang terjadi setelah alat ini selesai diciptakan

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir kali ini adalah mengenai pengurangan gas emisi buang pada bengkel kendaraan bermotor. Dengan pengurangan gas – gas yang dapat mencemari udara ini diharapkan dapat membantu kelancaran sirkulasi udara pada bengkel kendaraan bermotor berjalan dengan baik.

1.4 Maksud dan Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mengurangi kadar polusi udara disekitar lingkungan bengkel kendaraan bermotor sehingga pelanggan yang sedang menunggu mendapatkan udara yang bersih. Selain itu dengan adanya alat ini diharapkan dapat mengurangi dampak dari Global Warming yang semakin hari semakin meningkat. Selain itu maksud dari perancangan dan pembuatan alat ini adalah untuk mengembalikan udara bersih atau sirkulasi yang bersih pada suatu bengkel kendaraan bermotor.

1.5 Metodologi

Metodologi yang akan diterapkan pada perencanaan serta pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Pelaksanaan studi literatur dilakukan untuk mendapatkan landasan teori akan alat yang dibuat, merumuskan topik dan tujuan konsep kerja serta mengembangkan gagasan umum yang berhubungan dengan alat. Metodologi ini juga berguna untuk merumuskan teknis perancangan apa yang tepat digunakan sebagai suatu panduan teoritis untuk melakukan evaluasi dan penilaian terhadap kinerja alat yang sebelumnya.

b. Perancangan dan pemodelan sistem

Identifikasi dan pemodelan sistem dilakukan untuk mendapatkan model rancangan sistem alat. Hal ini dilakukan setelah mengumpulkan referensi dari judul yang mirip. Kemudian dibuat model bagaimana bisa dijalankan dan dibuat sesuai dengan harapan yang diinginkan. Pemodelan juga dibarengi dengan pemilihan komponen maupun alat dan pembuatan skematik yang menjelaskan bagaimana sistem itu berjalan dari awal hingga akhir.

c. Pengujian dan Analisa

Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa kinerja masing-masing komponen dari hasil pembuatan alat dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Dari pengujian ini juga dilakukan pengujian alat pada tempat simulasi. Pada pengujian ini akan diketahui data – data gas emisi buang yang tesarang pada alat ini. Jika sekiranya masih terdapat masalah pada alat, maka alat akan disempurnakan kembali setelah diketahui seberapa besar masalah yang terjadi.

d. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan dilakukan setelah semua tahap terselesaikan sehingga hasil yang diperoleh dari pembuatan alat dapat dijelaskan secara rinci dan spesifik sesuai dengan data-data yang diperoleh.

1.6 Sistematika Laporan

Dalam penyusunan buku tugas akhir ini, pembahasan mengenai sistem alat yang dibuat disusun dengan sistematika sebagai berikut :

1.6.1 BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan serta relevansi yang digunakan dalam tugas akhir yang dibuat.

1.6.2 BAB II TEORI PENUNJANG

Menjelaskan dasar teori yang berisi tentang konsep yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan serta pembuatan alat yang dibuat.

1.6.3 BAB III PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri atas rangkaian elektronika, desain mekanik serta perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

1.6.4 BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Membahas tentang pengujian alat dan analisa data yang didapat dalam pengujian alat.

1.6.5 BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan alat dari tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini selanjutnya.

1.7 Relevansi

1.7.1 Agar udara yang dihasilkan dari hasil pengujian kendaraan lebih bersih dari sebelumnya.

1.7.2 Agar pengunjung bengkel kendaraan bermotor merasa nyaman ketika menunggu kendaraanya diperbaiki.

1.7.3 Sebagai syarat kelulusan Tugas Akhir

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

BAB II

TEORI PENUNJANG

Dalam pembuatan alat pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa perangkat yang digunakan, antara lain rangkaian *filter elektrostatis*, rangkaian *power supply* dan rangkaian *control*.

2.1 *Filter Elektrostatis*^[1]

Debu merupakan salah satu bahan yang sering disebut sebagai partikel yang melayang di udara dengan ukuran 1 micron sampai dengan 500 mikron. Debu memiliki sifat pengendapan yaitu debu cenderung mengendap karena gaya gravitasi bumi. Selain itu, debu juga mempunyai sifat listrik statis (elektrostatik) yang akan tertarik ke partikel lain yang berlawanan muatan dan menjauhi prtikel yang bermuatan sejenis.

Materi yang biasanya dilamai dapat dipandang sebagai sesuatu yang dibentuk dari tiga macam partikel yang memiliki masa dan muatan sebagai berikut :

Table 2.1 Massa dan Muatan Partikel

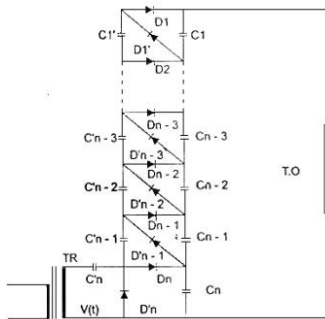
Partikel	Simbol	Muatan	Massa
Proton	P	$-e$	1.67×10^{-27}
Neutron	N	0	1.67×10^{-27}
Elektron	E	$-e$	9.10×10^{-31}

Udara disekeliling kita merupakan partikel gas bermuatan listrik, baik berupa ion negative dan positif.

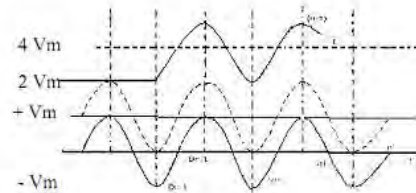
Pemanfaatan *Filter Elektrostatis* pada alat ini adalah untuk mengurangi emisi gas buang bengkel kendaraan bermotor dengan menggunakan tegangan tinggi sebagai kunci utamanya. Tegangan 10KV yang dihasilkan dari rangkaian filter elektrostatis yang terdiri dari beberapa diode dan kapasitor ini akan menyerap gas – gas berbahaya seperti CO₂.

2.2 Rangkaian *Filter Elektrostatik*^[2]

Rangkaian *filter elektrostatik* ini terdiri darisalah satu metode pembangkitan tegangan listrik searah (DC). Yaitu rangkaian *Walton Cockroft* (Kaskade) yang berfungsi sebagai rangkaian dengan tegangan tinggi yakni lebih dari 5 kV. Rangkaian ini berfungsi sebagai penyangring debu dan juga sebagai penyangring zat – zat kimia berbahaya yang dibawa oleh asap *knalpot*. Berikut penjelasan mengenai *Walton Cockroft*



Gambar 2.1 Rangkaian Penyearah Kaskade *Walton Cockroft*.



Gambar 2.2 Keluaran Penyearah Kaskade

Untuk jumlah n tingkat tegangan keluaran dapat mencapai $2nV_{\text{maks}}$ pada beban kosong.

Pada praktiknya, nilai tegangan keluarannya selalu lebih kecil dari $2nV_{\text{maks}}$ karena adanya rugi – rugi tegangan pada transformator dan diode. Nilai jatuh tegangan ini yang akan semakin bertambah dengan bertambahnya tingkatan.

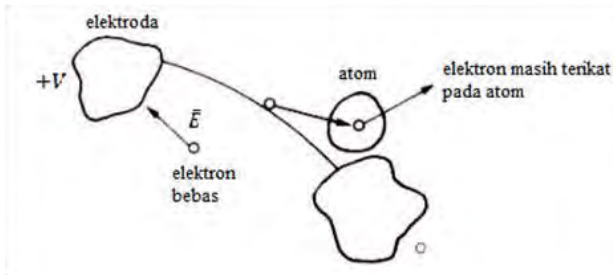
Pada keadaan hubung buka (tidak berbeban), yang perlu diperhatikan adalah nilai tegangan yang mampu dipukul. Namun, semakin besar nilai kapasitansi, maka akan lebih efisien.

Pemanfaatan tegangan tinggi ini adalah medan listrik yang terdapat di antara dua platt penghantar yang dapat menghasilkan sebuah sumber tegangan listrik searah (DC). jika sebuah partikel bermuatan dilewatkan pada medan listrik tersebut maka medan listrik tersebut akan mengarahkan gaya pada partikel yang arah gayanya mengikuti hukum bahwa muatan sejenis tolak menolak dan muatan tak sejenis tarik menarik.

Pembangkit Walton Cockcroft atau pengali tegangan merupakan rangkaian listrik yang menghasilkan tegangan tinggi dc dari tegangan rendah ac atau sinyal input dc. Nama ini diberikan oleh John Douglas Cockcroft dan Ernest Thomas Sinton Walton setelah mereka menggunakan rangkaian ini sebagai daya akselator partikel mereka untuk melakukan disintegrasi nuklir buatan pertama dalam sejarah. Rangkaian ini terdiri dari kapasitor dan diode untuk menghasilkan tegangan tinggi tersebut. Tidak seperti trafo, metode ini mengeliminasi kebutuhan yang justru dibutuhkan oleh isolasi. Hanya dengan kapasitor dan diode, pengali tegangan ini dapat menaikkan tegangan rendah ke tegangan tinggi, di saat yang sama metode ini lebih ringan dan juga lebih murah dibandingkan dengan trafo. Keuntungan dari rangkaian ini adalah tegangan pada setiap tingkatan sama dengan dua kali nilai tertinggi *input* tegangan pada *half wave rectifier*.

2.3 Proses Pengionisasian

Ionisasi didefinisikan sebagai proses terlepasnya elektron suatu atom atau molekul dari ikatannya. Jika di antara suatu elektroda diterapkan suatu tegangan V , maka akan timbul suatu medan listrik E yang memiliki besar dan arah tertentu. Di dalam medan listrik, elektron bebas akan mendapatkan energi yang cukup kuat, sehingga dapat merangsang terjadinya proses ionisasi, seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses Ionisasi Antara Elektroda – Elektroda

Pada keadaan tegangan tinggi, ionisasi berantai yang terjadi menyebabkan terdisosiasinya gas CO, CO₂, dan gas-gas lain yang terkandung dalam gas buang seperti uap air (H₂O) dan HC menjadi ion-ion, elektron, dan radikal oleh pelipat gandaan elektron disebut tahap inisiasi dalam mekanisme reaksi radikal bebas. Berikutnya pada tahap propagansi di dalam mekanisme radikal bebas, radikal-radikal energetik yang tidak stabil akan bereaksi dengan molekul-molekul gas buang yang terdapat di dalam filter elektrostatis sehingga terjadi disosiasi-disosiasi baru dari molekul-molekul gas tersebut.^[10]

Pada percobaan diatas dapat kita lihat bahwa gas CO₂ dan CO rata-rata mengalami pengurangan jika dibandingkan dengan pada hasil sebelum difilter. Adapun disosiasi reaksinya adalah sebagai berikut ini :



disosiasi pada CO₂ akan menghasilkan CO, C*, dan O*. Sedangkan untuk disosiasi gas CO menghasilkan C* dan O* yang sifatnya radikal bebas dan akan saling bereaksi. Mekanisme reaksi radikal bebas berakhir ketika radikal-radikal yang dihasilkan dari proses disosiasi bereaksi membentuk senyawa baru yang stabil sehingga kadar CO dalam gas buang akan berkurang.^[9]

2.4 Proses Pembakaran

Salah satu kandungan suatu gas emisi buang yang membahayakan yaitu karbon monoksida (CO). CO merupakan senyawa gas beracun yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna dalam proses

kerja motor, CO diukur dalam satuan % volume. Kendaraan pada saat beroperasi akan mengalami proses pembakaran. Pembakaran sering terjadi tidak sempurna, sehingga akan menghasilkan polutan. Semakin besar persentase ketidak sempurnaan pembakaran, akan semakin besar polutan yang dihasilkan. Karbon monoksida dan asap kendaraan bermotor terjadi karena pembakarannya tidak sempurna yang disebabkan kurangnya jumlah udara dalam campuran yang masuk ke ruang bakar atau bisa juga karena kurangnya waktu yang tersedia untuk menyelesaikan pembakaran. Gas karbon monoksida (CO) adalah sejenis gas yang tidak memiliki bau. Unsur ini dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna dari unsur zat arang atau karbon. Oksidasi tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon jika jumlah oksigen yang tersedia kurang dari jumlah yang dibutuhkan untuk pembakaran sempurna agar dihasilkan karbon dioksida. Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadi melalui beberapa tahap sebagai berikut :



Tetapi gas CO dalam udara merupakan senyawa yang kurang stabil dan biasanya akan bereaksi dengan oksigen membentuk karbondioksida (CO₂) melalui reaksi:



2.5 Power Supply

Power supply adalah alat yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik atau bentuk energi jenis apapun yang sering digunakan untuk menyalurkan energi listrik. Secara prinsip rangkaian *power supply* yang digunakan pada alat ini bertugas untuk mengubah tegangan AC 220 V menjadi tegangan +5 V dan +12 V. Tegangan +5 V digunakan sebagai sumber *switching driver* motor dan rangkaian *switching Power Supply* yang dipakai pada alat ini terdiri atas, IC LM7805, IC LM 7812, dioda 1N4002 dan kapasitor. Komponen *power supply* yang kami gunakan antara lain:

1. Kapasitor

Kapasitor pada *power supply* kali ini menggunakan 3 kapasitor. Yaitu kapasitor 2200µF, 0,1µF dan 220µF. Kapasitor dalam *power*

supply berfungsi sebagai penyaring atau *filter* tegangan pada rangkaian *power supply*. Pada gambar 2.3 dan 2.4 adalah gambar dari bentuk fisik kapasitor 100 μ f dan 2200 μ f.



Gambar 2.4 Kapasitor 100 μ F



Gambar 2.5 Kapasitor 2200 μ F

2. **LED**

LED (Light Emitting Diode) pada *power supply* berfungsi sebagai indikator kerja *power supply*. Cara kerja *LED* pada rangkaian ini adalah menerima tegangan kemudian memancarkan cahaya. Prinsip kerja *LED* sebenarnya sama saja dengan prinsip kerja dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Artinya apabila tidak ada tegangan yang mengalir komponen tersebut maka komponen tersebut tidak akan bekerja. Pada gambar 2.5 dibawah ini adalah gambar dari bentuk fisik *LED (Light Emitting Dioda)*.

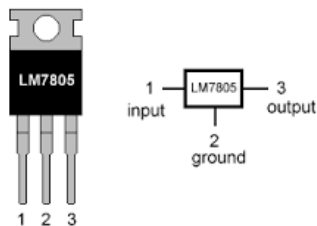


Gambar 2.6 LED (*Light Emitting Dioda*)

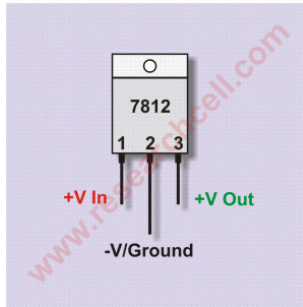
3. IC LM7805 dan IC LM 7812

IC LM7805 dan IC LM 7812 adalah salah satu IC dengan tegangan tetap dengan tiga kaki. Yaitu V_{in} , GND dan V_{out} . Angka terakhir pada kedua IC ini mengartikan bahwa besarnya tegangan keluaran yang dihasilkan oleh IC tersebut. Maka karena pada rangkaian *power supply* ini menggunakan IC LM7805 dan IC LM 7812 oleh karena itu tegangan keluaran yang dihasilkan oleh power supply ini menghasilkan dua keluaran yaitu +5 V dan +12 V. Pada gambar 2.6 merupakan *pin out* diagram IC LM7805 dan pada gambar 2.8 adalah bentuk fisik dari IC LM 7812.

LM7805 PINOUT DIAGRAM



Gambar 2.7 Bentuk fisik LM7805 (*kiri*) & *Pin Out Diagram* (*kanan*)



Gambar 2.8 Pin Out Diagram IC LM7812

4. Dioda 1N4002

Dioda adalah salah satu komponen yang digunakan sebagai penyearah arus. Dioda yang dipakai pada rangkaian *power supply* pada alat ini adalah dioda tipe 1N4002. *Fitur* pada Dioda 1N4004 antara lain : Mampu dipakai pada tegangan dan arus yang tinggi. Spesifikasi arus : 1A. *Input* tegangan puncak : 100V. Dibawah ini pada gambar 2.8 adalah bentuk fisik dari Dioda 1N4002.



Gambar 2.9 Dioda 1N4002

5. Resistor

Resistor adalah komponen yang paling sering digunakan dalam sebuah rangkaian. Termasuk dalam rangkaian *power supply* pada perancangan alat ini. Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, desah listrik, dan induktansi. Resistor pada *power supply* ini menggunakan resistor 1k Ω .

Kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan. Resistor pada rangkaian ini digunakan sebagai hambatan untuk *LED* yang digunakan sebagai indikator. Pada gambar 2.9 dibawah adalah gambar dari bentuk fisik resistor 1k Ω .



Gambar 2.10 Resistor 1k Ω

6. Tranformator CT 500 mA

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak – balik yang membentengi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak – balik ini menginduksikan gaya gerak listrik (ggl) dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder. Pada rangkaian *power supply* alat ini digunakan tranformator 500 mA dengan kapasitas tegangan 0 – 12 V. pada gambar 2.9 dibawah adalah gambar dari bentuk fisik transformator 500 mA.



Gambar 2.11 Transformator CT 500 mA

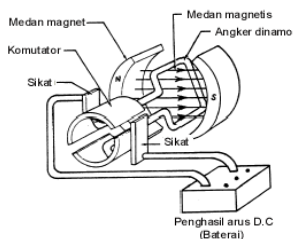
2.6 Driver Motor

Driver motor merupakan suatu rangkaian khusus yang memiliki fungsi untuk mengatur arah ataupun kecepatan pada motor DC. Perlunya

rangkaian *driver* motor ini dikarenakan pada umumnya suatu motor DC membutuhkan arus lebih dari 250 mA untuk beberapa IC contohnya NE555, ATmega16 dan IC seri 74 tidak bisa memberikan arus lebih dari nilai tersebut. Jika motor langsung dihubungkan ke IC, maka hal ini akan menyebabkan kerusakan pada IC tersebut. Pada tugas akhir ini digunakan motor DC 5 V sebagai penggerak kuas pembersih pada rangkaian filter elektrostatis.

a. Motor DC 5V^[3]

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.



Gambar 2.12 Motor DC Sederhana

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam

medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan, seperti yang dijelaskan oleh gambar 2.12.

Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet. Berikut gambar 2.13 merupakan bentuk fisik dari motor DC 5V yang digunakan.



Gambar 2.13 Bentuk Fisik Motor DC 5V

2.7 Mikrokontroler ATmega16^[4]

Mikrokontroler ATmega16 merupakan salah satu mikrokontroler keluarga AVR. Mikrokontroler Atmega16 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mulai dari kapasitas memori program dan memori data yang cukup besar, TWI, PWM, *timer/counter*, interupsi, USART, analog *comparator*, EEPROM internal, dan ADC internal juga terdapat dalam mikrokontroler Atmega16. Sehingga dengan fitur yang lengkap lebih mudah dalam belajar mikrokontroler keluarga AVR.

2.7.1 Fitur- Fitur Mikrokontroler Atmega16

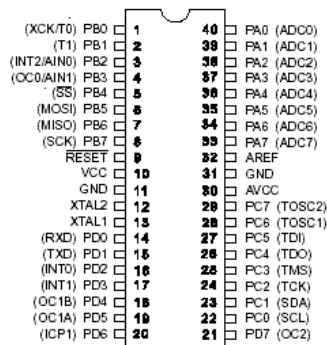
Mikrokontroler Atmega16 memiliki keistimewaan tersendiri dibanding mikrokontroler yang lainnya. Berikut ini adalah fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega32 :

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte

4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A, Port B, Port C dan Port D*
5. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*
6. Unit interupsi dan eksternal
7. *Port USART* untuk komunikasi serial
8. Fitur *peripheral*
 - a. Dua buah 8-bit *timer/counter* dengan *prescaler* terpisah dan mode compare
 - b. Satu buah 16-bit *timer/counter* dengan *prescaler* terpisah, mode *compare*, dan *mode capture*
 - c. *Real time counter* dengan osilator tersendiri
 - d. Empat kanal PWM dan antarmuka komparator analog
 - e. 8 kanal, 10 bit ADC
 - f. *Byte-oriented two-wire serial interface*
 - g. *Watchdog timer* dengan osilator internal

2.7.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler Atmega16

Pin-pin mikrokontroler Atmega32 terdiri dari 40 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Untuk konfigurasi tiap pinnya dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.14 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega16

Dari Gambar 2.13 diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega16 sebagai berikut.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya
2. GND merupakan pin *Ground*

3. *Port A* (PA0 – PA7) merupakan pin *input/output* dua arah (*fullduplex*) dan selain itu merupakan pin masukan ADC
4. *Port B* (PB0 – PB7) merupakan pin *input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan pin khusus.
5. *Port C* (PC0 – PC7) merupakan pin *input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan pin khusus.
6. *Port D* (PD0 – PD7) merupakan pin *input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan pin khusus
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler
8. XTAL1 dan XTAL2, merupakan pin masukan *external clock*.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas perancangan sistem yang meliputi perancangan *hardware*, *software* dan perancangan mekanik. Detail mengenai pembahasan perancangan akan dibahas pada beberapa sub bab berikut.

3.1 Deskripsi Kerja Alat

Cara kerja alat ini adalah setelah menerima tegangan AC 220 V , tegangan AC tersebut akan dinaikkan menjadi tegangan DC dengan menggunakan rangkaian pengali tegangan Walter Cockroft. Pada proses ini tegangan akan dinaikkan hingga beberapa KV. Setelah ditinggikan, tegangan akan dialirkan ke plat atau media absorbs dari filter elektrostatis yang berupa lembaran alumunium yang telah disusun secara horizontal. Dalam proses ini alat akan mengendapkan partikel ataupun debu yang keluar dari cerobong pembuangan asap kendaraan yang ada di bengkel motor. Setelah sumber dimatikan dan penyaringan sudah digunakan maka akan terdeteksi oleh mikrokontroller ATMEga16 dan mengaktifkan motor DC 5V sebagai *actuator* untuk pembersihan otomatis. Proses ini dilakukan sebanyak 1 kali *forward – reverse* yang dimana kotoran debu yang menempel pada plat alumunium akan dibuang ke tempat yang sudah disediakan di dalam box filter. Setelah pembersihan selesai dilakukan, *toogle* untuk pengaktifan tegangan tinggi dapat diaktifkan. Dengan keadaan seperti ini maka *toogle* tersebut mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk mengaktifkan rangkaian *high voltage*, yang dimana telah disambungkan dengan *box* filter elektrostatis.

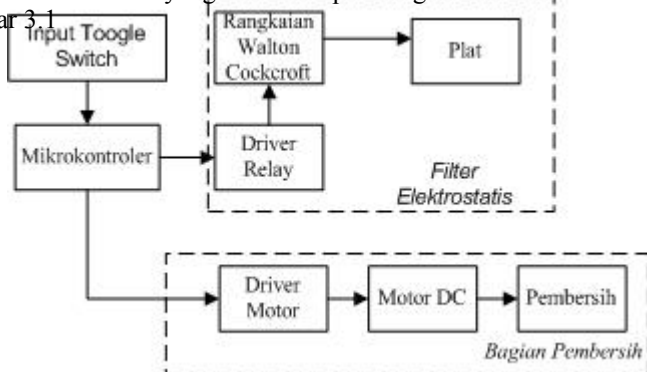
Alat ini sengaja dibuat dengan tujuan agar polusi udara tidak lagi meningkat dan juga agar pelanggan pada bengkel kendaraan dapat nyaman saat menunggu kendaraannya di *service*.

3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras pada alat terdiri dari perancangan rangkaian kontrol dan perancangan rangkaian filter elektrostatis.

Blok diagram dari keseluruhan Perancangan dan Pembuatan Filter Elektrostatis dengan Pembersih Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATMEga16 untuk Mengurangi Emisi Gas Buang

Kendaraan Bermotor yang di desain pada tugas akhir ini terlihat seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan *Hardware*

Proses kerja rangkaian kontrol yakni ketika rangkaian ini mendapat *supply* tegangan AC 220 Volt maka tegangan tersebut akan di turunkan dan disearahkan menjadi tegangan DC +5V dan +12 Volt. Dimana tegangan DC +5V berfungsi sebagai syarat tegangan *input* untuk mikrokontroler, dan tegangan DC +12V berfungsi sebagai tegangan *input* untuk motor DC. Saat tombol power dinyalakan maka proses *maintenance* akan berjalan dengan aktifnya Mikrokontroler, motor DC, LED motor dan juga LCD. Hal ini ditujukan untuk melakukan *maintenance* awal pada plat alumunium agar dapat mempermudah pengguna untuk membersihkannya. Selain itu, *maintenance* awal ini juga berfungsi sebagai pengaman sebelum rangkaian filter di aktifkan.

Perancangan *hardware* dilakukan dengan merancang rangkaian – rangkaian elektronika dan rancangan mekanik. Perancangan *hardware* ini meliputi :

1. Rangkaian kontrol
2. Rangkaian filter elektrostatis
3. Rancangan Mekanik

Perancangan tugas akhir ini menggunakan beberapa *hardware*. Dimulai dari *PC* yang digunakan sebagai media perancangan sistem pada program yang akan digunakan oleh *mikrokontroler*. Setelah itu mikro akan member sinyal ke motor untuk menggerakkan ulir pembersih untuk membersihkan kan plat alumunium sebagai langkah awal *maintenance*. Selain itu mikrokontroler juga berguna untuk

mengirimkan data yang dimana digunakan untuk menghidupkan lampu indicator motor dan lampu indicator tegangan tinggi sedang aktif.

3.2.1 Perancangan Power Supply

Dalam perancangan rangkaian control terdapat beberapa rangkaian pendukung seperti rangkaian *power supply*, *driver* motor dan juga rangkaian mikrokontroler.

Dibawah ini adalah simulasi rangkaian *power supply* sebagai sumber tegangan pada perancangan alat tugas akhir ini. Dimana tugas *power supply* disini akan menurunkan tegangan AC220V dari sumber menjadi +5 V dan + 12 V . Dijelaskan pada gambar 3.2 yang dimana *power supply* disimulasikan menggunakan program *proteus*. Untuk perancangan *power supply* kami menggunakan komponen – komponen berikut dengan berbagai tujuan diantaranya :

a. Dioda

Dua buah dioda bertipe IN4002 yang kami pasang disini berfungsi sebagai penyearah *full wave* dari keluaran *transformator* CT yang bernilai 24V AC.

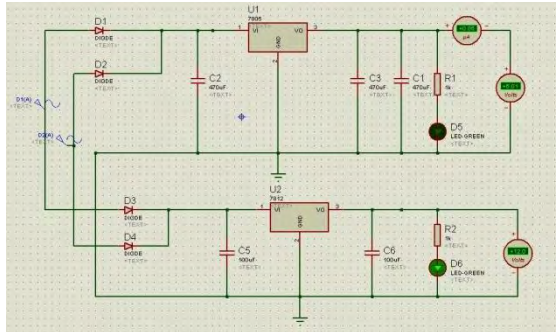
b. Kapasitor

Kapasitor yang kami gunakan adalah kapasitor Elco dengan ukuran 470uF/50V untuk output +5V dan 100uF/50V untuk output +12V. Kami sengaja memilih besaran kapasitor tersebut terutama yang untuk output +5V dipasang 3 buah dikarenakan agar output +5V benar-benar stabil sehingga dapat menyuplay perangkat yang sensitive akan perubahan tegangan seperti Mikrokontroler.

c. Resistor dan LED

Resistor dan LED dipasang sebagai indicator power supply.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.2 yang dimana merupakan simulasi perancangan rangkaian *power supply* menggunakan *proteus*.



Gambar 3.2 Simulasi *Proteus* Rangkaian *Power Supply*

3.2.2 Perancangan Rangkaian *Driver Motor*

Dibawah ini adalah simulasi rangkaian *driver* motor yang bertugas menggerakkan motor DC 5V yang digunakan untuk menggerakkan ulir pembersih plat aluminium. Pada rangkaian *driver* motor kami menggunakan beberapa komponen elektronik diantaranya :

a. Transistor NPN 2N2222

Transistor disini digunakan sebagai saklar untuk mengaktifkan Relay DC 5V yang dikendalikan oleh mikrokontroler.

b. Resistor 1K Ω

Resistor disini dipasang pada kaki basis Transistor. Hal ini dimaksudkan agar arus yang masuk ke Transistor cukup untuk memicu Transistor aktif.

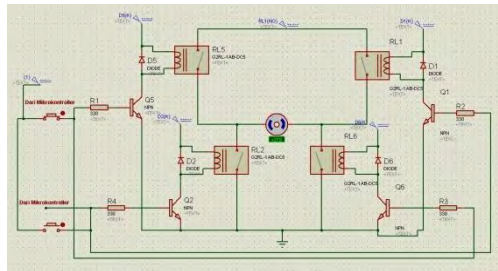
c. Relay DC 5V

Relay digunakan sebagai media kendali motor (*driver motor*) yang digunakan untuk mengatur laju *forward* - *reverse* Motor DC. Relay ini dipasang seperti rangkaian *bridge* (jembatan) yang diasumsikan *relay* akan aktif pada jalur diagonal. Berdasarkan pada gambar simulasi Gambar 3.3, ketika Motor laju *Forward*, maka *relay* yang aktif adalah *relay* 5 dan *relay* 6. Dan pada saat motor laju *reverse*, *relay* 1 dan *relay* 2 yang aktif.

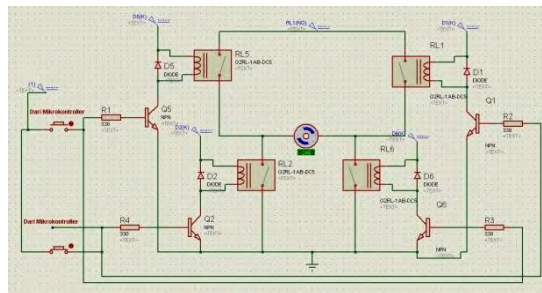
d. Dioda

Dioda disini berfungsi sebagai penahan tegangan balik yang disebabkan oleh *coil* dari *relay* DC 5V. Ini mencegah agar tidak terjadinya *signal crashing* (tubrukan sinyal) yang dapat membuat *relay* aktif tidak seperti yang kita inginkan

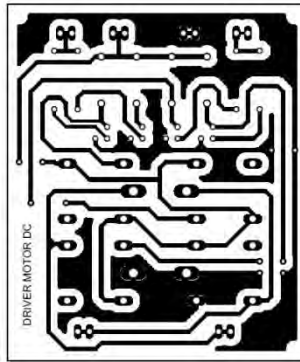
Rangkaian *driver* motor dapat dilihat pada gambar 3.3 dan 3.4 yang dimana rangkaian *driver* motor disimulasikan menggunakan *proteus*, dan gambar 3.5 merupakan skematik *layout* PCB *driver* motor menggunakan *Eagle*.



Gambar 3.3 Simulasi *Driver* motor Menggunakan *Proteus* (*Forward*)



Gambar 3.4 Simulasi *Driver* Motor Menggunakan *Proteus* (*Reverse*)



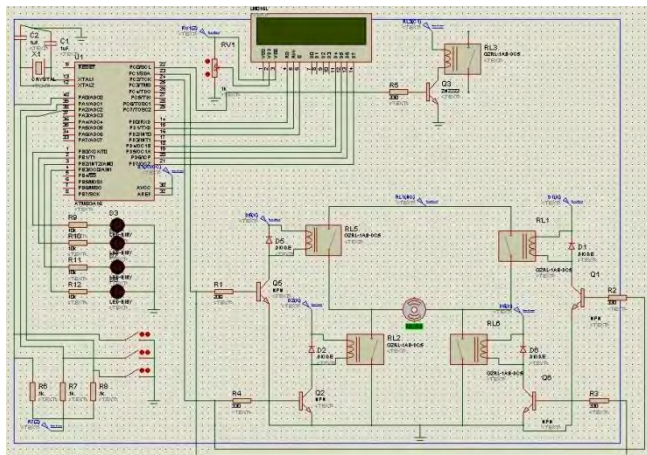
Gambar 3.5 Skematik *Layout PCB Driver Motor* Menggunakan *Eagle*

3.2.3 Rangkaian Kontrol dengan Mikrokontroler ATMega16

Perangkat utama yang digunakan oleh perancangan alat ini adalah mikrokontroler ATMega16 yang berfungsi sebagai penerima sinyal untuk menjalankan rangkaian *driver* motor dan juga sebagai pengatur aktif atau tidaknya rangkaian filter elektrostatis. Dilihat pada Gambar 3.6 merupakan bentuk fisik dari IC mikrokontroler ATMega16. Pada gambar dibawah ini menunjukkan simulasi sistem ATMega16 yang digunakan pada filter elektrostatis yang kami rancang. Saat saklar utama ditekan, maka sistem akan berjalan dengan indicator lampu LED warna Hijau dan LCD menyala. Sesaat setelah sistem berjalan, *maintenance* akan aktif dan indicator LED warna kuning akan berkedip selang waktu satu detik dan *driver* motor akan aktif dan mengaktifkan motor DC. Setelah pembersihan selesai maka motor akan berhenti dan lampu indicator LED warna kuning akan mati serta LCD akan menampilkan “Pembersihan selesai, Filter dapat diaktifkan”. Setelah proses *maintenance* berhenti, maka *toggle switch* dapat dirubah posisinya sehingga filter dapat diaktifkan. Saat *toggle switch* di rubah posisinya, maka mikrokontroler menerima sinyal dari *toggle switch* dan memberikan sinyal ke transistor NPN 2N2222 untuk mengaktifkan relay DC 5v untuk mengaktifkan rangkaian pembangkit tegangan tinggi *Walton Cockroft*. Output dari ragkaian Walton Cockroft akan dialirkan ke plat alumunium yang telah disusun secara horizontal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada simulasi di gambar 3.7.



Gambar 3.6 IC ATmega16



Gambar 3.7 Simulasi rangkaian Kontrol dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega16

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Softwares*)

Perancangan perangkat lunak (*software*) pada Perancangan dan Pembuatan Filter Elektrostatis dengan Pembersih Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATmega16 untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor ini meliputi pembuatan program pergerakan motor DC, lampu indicator LED serta LCD. Pada gambar 3.8 menjelaskan tentang blok diagram dari perancangan *software* pada tugas akhir ini.

Berikut adalah langkah - langkah perancangan *software* yang akan diterapkan pada tugas akhir kali ini.

1. Saat tombol *power* ditekan (pada saat logika = 1), maka seluruh sistem akan aktif
2. Akan terjadi beberapa kondisi seperti berikut :
 - Pada kondisi awal sistem aktif, maka secara otomatis *mode* pembersihan akan bekerja dan filter tidak aktif
 - *Mode* pembersihan aktif ditandai dengan indikator LED kuning menyala dan LCD *display* bertuliskan “*Mode Pembersihan, Harap Tunggu*”
 - Pada *mode* pembersihan, *driver* motor aktif *forward* sehingga motor pembersih berjalan *forward* hingga menyentuh sensor *limit switch* 1
 - Setelah motor menyentuh sensor *limit switch* 1, maka motor akan berhenti sejenak dan bergerak kearah sebaliknya (*reverse*)
 - Motor akan bergerak *reverse* hingga menyentuh *limit switch* 2
 - Setelah motor menyentuh sensor *limit switch* 2 maka motor akan berhenti dan lampu indikator LED kuning mati serta LCD *display* akan menampilkan “Pembersihan Selesai”
3. Setelah *mode* pembersihan selesai, filter dapat diaktifkan dengan cara mengganti switch filter ke posisi “ON”
4. Saat filter aktif, indikator LED warna merah akan menyala dan LCD *display* akan menampilkan “Filter Aktif”.
5. Untuk mematikan filter, maka posisikan *switch* filter ke posisi “OFF”. Saat filter mati, lampu LED warna merah akan mati.
6. Pada saat filter dimatikan, maka secara otomatis *mode* pembersihan akan aktif dengan indikator LED warna kuning dan LCD *display* menampilkan “*Mode pembersihan, Harap Tunggu*”. Proses pembersihan ini sama dengan proses pembersihan awal saat sistem diaktifkan.
7. Setelah proses pembersihan selesai, sistem dapat dimatikan dengan cara menekan tombol *power* ke posisi “0”/off.

3.3.1 Perancangan Program Mikrokontroler ATmega16

Perancangan program mikrokontroler atmega16 ini dimaksudkan untuk memprogram geraknya motor DC, LED dan juga LCD. Dimana pemrograman motor dc bertujuan untuk mengontrol gerak *forward* – *reverse* nya motor DC yang dihubungkan dengan ulir pada saat pembersihan awal sebelum filter diaktifkan. Pada gambar 3.9

merupakan perancangan program mikrokontroler ATmega16 untuk mengaktifkan motor DC, LED dan juga LCD.

```

if (PINA.0 == 0) { //toggle posisi ON
    delay_ms(1000);
    PORTC = 0x01; //Driver Relay aktif
    PORTB = 0x03; //Indikator Filter
    Aktif
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("| FILTER |");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("| AKTIF |");
    delay_ms(1000);
    i=0;
    j=0;
}

else {
    if(i<1) //toggle posisi OFF
    {
        PORTC = 0x04; //Motor forward
        PORTB = 0x0C; //Indikator
        Pembersih Aktif
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Mode Pembersihan");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf(" -Harap Tunggu- ");
        delay_ms(1000);
    }
}

if (PINA.2 == 0 || i>=1 && j==0) {
    //saat menyentuh limit switch 1
    PORTB = 0x0C; //Motor Reverse
    PORTC = 0x02; // Indikator
    Pembersih Aktif
    i++;
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Mode Pembersihan");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf(" -Harap Tunggu- ");
    delay_ms(1000);
}

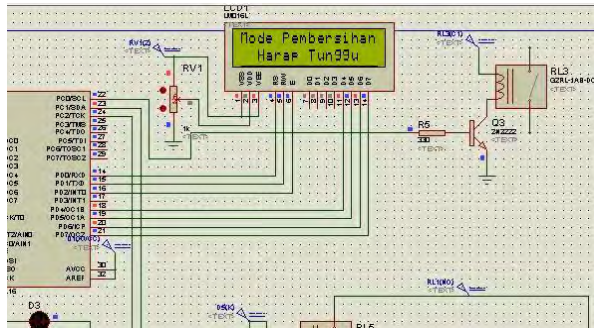
if (PINA.1 == 0 && i>=1) { //saat
    menyentuh limit switch 2
    PORTB = 0x00; //Motor Berhenti
    PORTC = 0x00; //Indikator Mati
    j++;
    delay_ms(1000);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf(" - Filter - ");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("Dapat Diaktifkan");
    delay_ms(1000);
}
}
}

```

Gambar 3.8 Program mikrokontroler ATmega16

Pada program yang kami buat, PINA.0 merupakan toggle untuk mengaktifkan dan men-nonaktifkan filter. Untuk PORTC kami gunakan sebagai output perintah yang dapat mengatur driver relay dan driver motor. PORTB kami gunakan sebagai Indikator yang kami hubungkan dengan LED. Dan untuk PORTD kami gunakan sebagai indikator LDC.

Pada perancangan program diatas, selanjutnya mikrokontroler akan mengirimkan sinyal ke LCD untuk menampilkan tulisan seperti gambar dibawah ini.



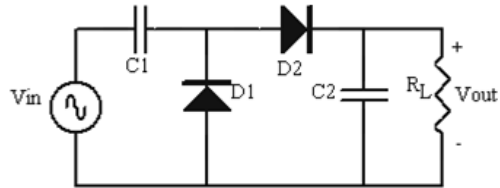
Gambar 3.9 Simulasi Tampilan pada layarLCD

Tulisan yang ditampilkan oleh LCD ini berfungsi sebagai tanda bahwa pembersihan plat alumunium sedang berlangsung sehingga tidak diperkenankan untuk menghidupkan *toogle* filter.

3.4 Perancangan Rangkaian Filter Elektrostatis

Perancangan rangkaian filter elektrostatis ini terdapat rangkaian *high voltage* yang didasari dengan teori pengali tegangan atau rangkaian kaskade (Walton – Cockroft) . rangkaian ini memanfaatkan kapasitor dan dioda sebagai komponen utamanya. Rangkaian ini meningkatkan tegangan DC melalui tingkatan – tingkatan yang ditentukan sesuai dengan tegangan output yang diinginkan. Pada tugas akhir ini, kami menggunakan rangkaian kaskade dengan 15 tingkat yang dimana tegangan *output* yang dibutuhkan sebesar 5KV DC. Kebutuhan tegangan DC ini ditujukan agar peningkatan fenomena elektrostatis yang dapat mengionisasi partikel atau zat-zat lain yang ada diudara sehingga dapat ditangkap dan diendapkan dalam sebuah media. Semakin tinggi tegangan maka semakin kuat medan elektrostatis yang dihasilkan. Tetapi dalam hal ini kami batasi dengan alasan keamanan dan mencegah terjadinya korona yang dapat menghasilkan ozon (O₃) yang sangat berbahaya.

Pada prinsipnya, rangkaian ini seperti rangkaian pengali tegangan biasa yang bisa dilihat pada gambar 3.10 berikut.

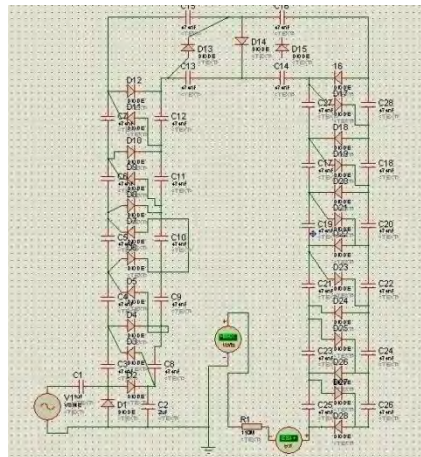


Gambar 3.10 Prinsip Dasar Rangkaian Pengali Tegangan

Pada gambar 3.10 diatas memiliki prinsip kerja seperti berikut:

- Saat siklus V_{in} Negatif maka D1 akan terknduksi sehingga membuat C1 Charging sebesar V_{in}
- Setelah itu, Saat Siklus Positif maka D2 akan terkonduksi sedangkan D1 menjadi reverse sehingga C2 akan Charging dari $V_{in} + V_{C1}$.
- Setelah beberapa siklus, maka V_{out} pada beban R_L akan menjadi $2V_{in}$.

Pada gambar 3.11 merupakan rangakaian kaskade dengan 14 tingkat yang disimulasikan melalui *proteus*.



Gambar 3.11Rangakain Kaskade (Walton – Cockroft) 14 Tingkat

Pada rangkaian ini digunakan resistor yang diseri sebesar $1M \Omega$ sebanyak 110 buah. Hal ini dikarenakan untuk meminimalisir resiko

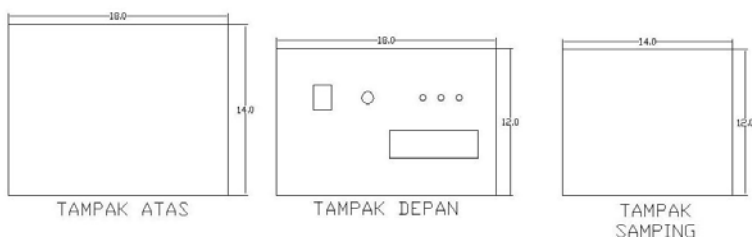
terjadinya kebakaran atau loncatan bunga api yang besar. Resistor ini hanya digunakan untuk pengujian tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian *Walton Cockroft*. Dengan resistor yang bernilai besar maka rugi – rugi tegangan juga semakin besar. Pada gambar 3.12 merupakan bentuk resistor yang telah diseri.



Gambar 3.12 Bentuk Fisik Resistor 110M Ω

3.5 Perancangan Mekanik

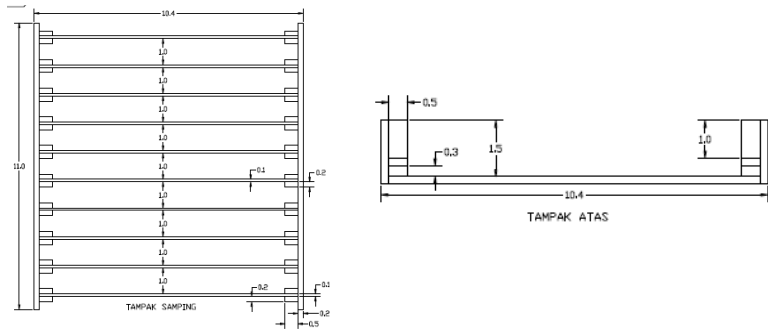
Dibawah ini rancangan mekanik dibuat sebuah kotak yang terbuat dari akrilik yang digunakan sebagai tempat rangkaian *control* dan rangkaian filter elktrostatis. Berikut pada Gambar 3.13 merupakan ukuran box akrilik yang digunakan rangkaian control.



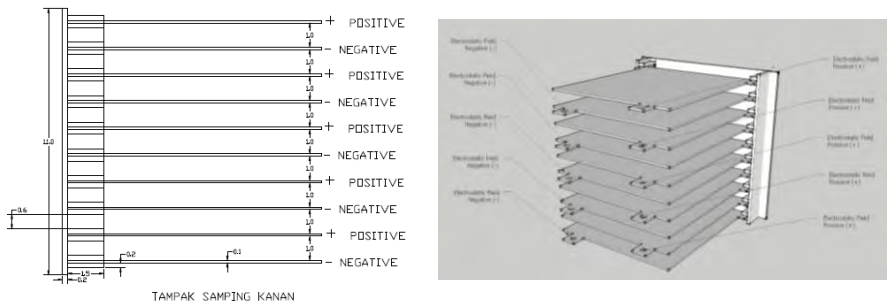
Gambar 3.13 Kotak Akrilik Rangkaian Kontrol(dari kiri ke kanan : *tampak atas, depan, dan samping*)

Dibawah ini pada gambar 3.14 adalah rancangan blok filter yang dimana digunakan sebagai tempat peletakkan plat alumunium. Untuk kotaknya sendiri menggunakan akrilik. Alumunium dipilih karena tidak terlalu cepat panas, dan juga memiliki daya hantar listrik yang baik dan ringan. Jarak antara lempengan alumunium yang dipilih adalah 1 cm.

Serta ketebalan plat yang dipilih adalah 1 mm. Jarak antar plat yang dipilih adalah 1cm difungsikan sebagai media penyerapan debu dan sebagai antisipasi dari efek korona yang telah dijelaskan pada perancangan pembangkit tegangan tinggi *Walton cockroft* diatas ^[6].

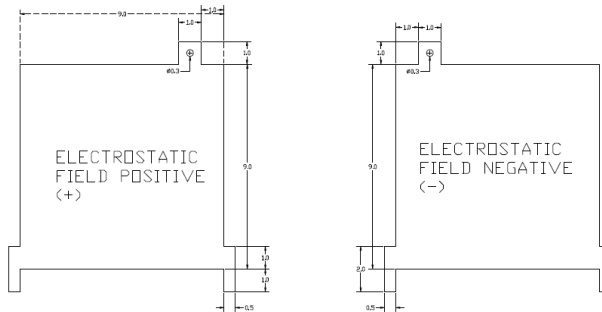


Gambar 3.14 Rancangan Blok Filter, Tampak Samping (*kiri*)& Tampak Atas (*kanan*)



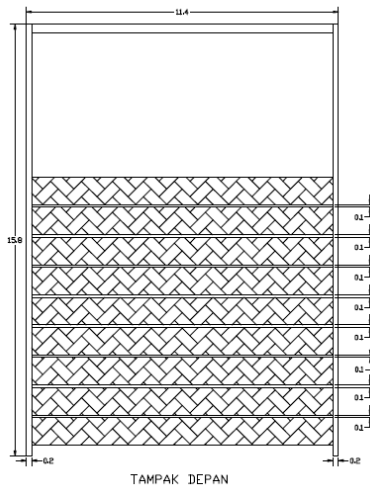
Gambar 3.15 Rancangan Blok filter tampak samping kanan(kiri) dan tampak 3D (kanan)

Berikut ini merupakan rancangan serta ukuran isolator yang berupa alumunium dengan tebal 1 mm.

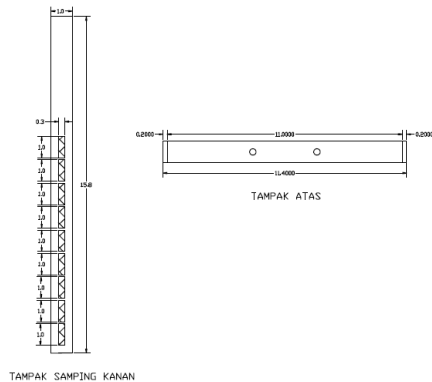


Gambar 3.16 Ukuran Plat Alumunium dengan tebal 1 mm
(dari kiri ke kanan)

Untuk pembersihan otomatis, kami merancang sebuah sekat pembersih yang disusun secara bertingkat dengan tujuan agar dapat membersihkan seluruh permukaan dari plat alumunium yang sebagai media filter elektrostatis. Berikut rancangan sekat pembersih yang kami buat.



Gambar 3.17 Rancangan Sekat Pembersih Tampak depan



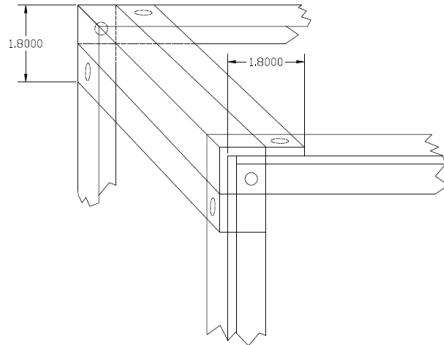
Gambar 3.18 Rancangan Sekat Pembersih Tampak Samping Kanan (Kiri) dan Tampak Atas (Kanan)



Gambar 3.19 Rancangan Sekat Pembersih tampak 3D

Dibawah ini merupakan rancangan Motor DC yang digunakan untuk menggerakkan pembersih. Motor DC kami modifikasi dengan memasang ulir yang berfungsi sebagai media pergerakan pembersih.

panas yang akan dihasilkan oleh tegangan tinggi. Untuk bagian penutup kerangka menggunakan papan dengan bahan PVC. Hal ini bertujuan agar pengguna ataupun benda lain tidak terkena lompatan bunga api dari tegangan tinggi pada plat alumunium karena bahan PVC merupakan bahan isolasi yang cukup kuat.

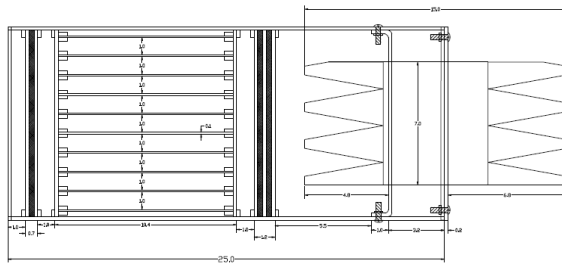


Gambar 3.23 Kerangka Filter Elektrostatis

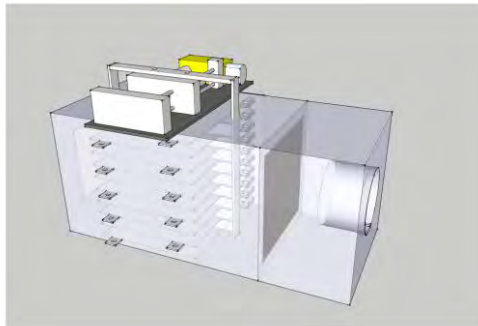


Gambar 3.24 Blok Filter Tampak Atas

Berikut Rancangan box filter secara keseluruhan yang telah kami susun.



Gambar 3.25 Tampilan 2D Rancangan Box Kontrol



Gambar 3.26 Tampilan 3D rancangan Box Filter

BAB IV

PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

Pengujian alat filter elektrostatis pada kendaraan bermotor dengan menggunakan pembersih otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega16 ini, dilakukan dengan menguji sistem minimum mikrokontroler ATmega16, rangkaian power supply, driver motor, rangkain pengali tegangan kaskade, serta pengujian sistem secara keseluruhan.

Pada pengujian sistem secara keseluruhan, asap kendaraan yang keluar dari pembuangan asap bengkel yang banyak mengandung CO, hasil pereduksiannya dapat diamati melalui hasil analisa laboratorium.

4.1 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega16

Pengujian rangkaian mikrokontroler ATmega16 dilakukan pada Port A, B, C, dan D. Hal ini dikarenakan setiap *port* memiliki perangkat yang dihubungkan, seperti:

1. Port A digunakan untuk *toogle switch high voltage*, S1, dan S2.
2. Port B digunakan untuk indikator *high voltage* dan juga indikator motor
3. Port C digunakan untuk motor *forward – reverse* dan juga *relay high voltage*
4. Port D digunakan sebagai *input*-an LCD 16x2 sebagai indikator saat *maintenance* awal.

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan rangkaian mikrokontroler dengan *supply* yang akan dibahas pada sub bab berikutnya. Tabel 4.1 berikut ini merupakan pengujian pada *port* A.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada Port A

PORT A	Tegangan OutputLow (Volt)	Tegangan OutputHigh (Volt)
A.0	0,02	4.77
A.1	0,02	4.77
A.2	0,01	4.77
A.3	0,02	4.77
A.4	0,01	4.77
A.5	0,01	4.77
A.6	0,01	4.77
A.7	0,01	4.77

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat tegangan pada keluaran setiap *Port A* banyak yang berkurang dari tegangan *Vcc* nya, ini dikarenakan tegangan *Vcc* pada saat masuk ke mikrokontroler membagi ke 5 *Port* (atau terkena beban) dimana beban tersebut mempengaruhi nilai masukan pada mikrokontroler ATmega16 yang dapat membuat *error*.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada *Port B*

<i>PORT B</i>	Tegangan <i>OutputLow</i> (Volt)	Tegangan <i>Output High</i> (Volt)
B.0	0	4,83
B.1	0	4,83
B.2	0	4,83
B.3	0	4,83
B.4	0	4,83
B.5	0	4,83
B.6	0	4,83
B.7	0	4,83

Pada Tabel 4.2 tegangan pada keluaran setiap *Port B* banyak yang berkurang dari tegangan *Vcc* nya, ini dikarenakan tegangan *Vcc* pada saat masuk ke mikrokontroler membagi ke-5 *Port* (atau terkena beban).

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada *Port C*

<i>PORT C</i>	Tegangan <i>Output Low</i> (Volt)	Tegangan <i>Output High</i> (Volt)
C.0	0	4,93
C.1	0	4,93
C.2	0	4,93
C.3	0	4,93
C.4	0	4,93
C.5	0	4,93
C.6	0	4,93
C.7	0	4,93

Pada Tabel 4.3 tegangan pada keluaran setiap *Port C* banyak yang berkurang dari tegangan *Vcc* nya, ini dikarenakan tegangan *Vcc* pada saat masuk ke mikrokontroler membagi ke-5 *Port* (atau terkena beban).

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Mikrokontroler Pada *Port D*

<i>PORT D</i>	Tegangan <i>Output Low</i> (Volt)	Tegangan <i>Output High</i> (Volt)
D.0	0	4,72
D.1	0	4,72
D.2	0	4,72

PORT D	Tegangan Output Low (Volt)	Tegangan Output High (Volt)
D.3	0	4,72
D.4	0	4,72
D.5	0	4,72
D.6	0	4,72
D.7	0	4,72

Pada Tabel 4.4 tegangan pada keluaran setiap *Port* Dbanyak yang berkurang dari tegangan *Vcc* nya, ini dikarenakan tegangan *Vcc* pada saat masuk ke mikrokontroler membagi ke-5 *Port* (atau terkena beban).

Berikut ini adalah bentuk fisik dari rangkaian mikrokontroler ATmega16 yang digunakan pada perancangan dan pembuatan filter elektrostatis dengan pembersih otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega16 untuk mengurangi emisi gas buang bengkel kendaraan bermotor.



Gambar 4.1 Bentuk Fisik Rangkaian Mikrokontroler ATmega16

4.2 Pengujian *Driver* Motor

Pada pengujian *driver* motor ini, yang akan di uji adalah tegangan keluaran dari gergerakan motor yaitu *forward* dan *reverse*. Rangkaian *driver* motor disini digunakan sebagai rangkaian utama sebagai penggerak alat pembersih pada plat alumunium. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5 dan pada gambar 4.xx merupakan bentuk fisik dari rangkaian *driver* motor.

Tabel 4.6 Pengujian Rangkaian *Power Supply*

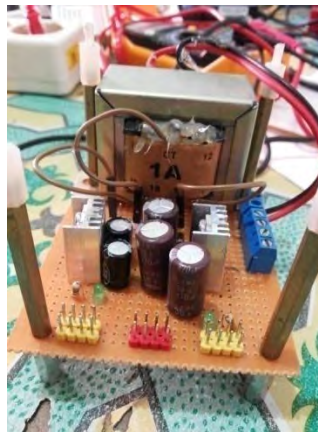
V _{in}	V _{out}
14.5 V	4.97
14.5 V	11.97

Pengujian yang dilakukan adalah tanpa beban dengan mengukur keluaran *Volt* meter, kemudia diukur persentase error.

$$\begin{aligned}\% \text{ Kesalahan untuk } Power \text{ Supply } +5 \text{ V tanpa beban :} \\ &= 5 - 4.97 / 5 \times 100\% \\ &= 0.6 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Kesalahan untuk } Power \text{ Supply } +12 \text{ V tanpa beban :} \\ &= 12 - 11.97 / 12 \times 100\% \\ &= 0.25\%\end{aligned}$$

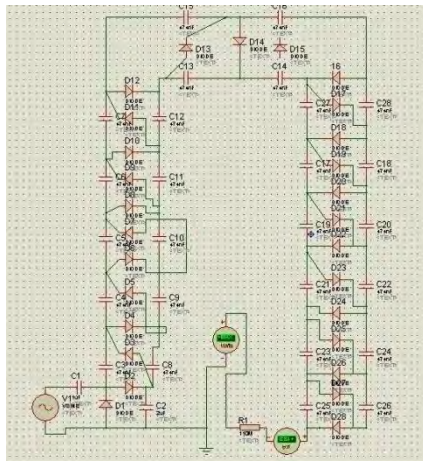
Dibawah ini dilihat pada gambar 4.xx adalah bentuk fisik dari rangkaian *power supply* yang digunakan pada perancangan dan pembuatan filter elektrostatis dengan pembersih otomatis menggunakan mikrokontroler ATMega16 untuk mengurangi emisi gas buang bengkel kendaraan bermotor.



Gambar 4.3 Bentuk Fisik Rangkaian *Power Supply*

4.4 Analisa Rangkaian Pengali Tegangan Kaskade (Walton – Cockroft)

Analisa rangkaian pengali tegangan kaskade ini bertujuan untuk mengetahui tegangan *output* yang dihasilkan dari beberapa percobaan yang telah dilakukan. Rangkaian pengali tegangan kaskade dapat dilihat pada gambar 4.3.



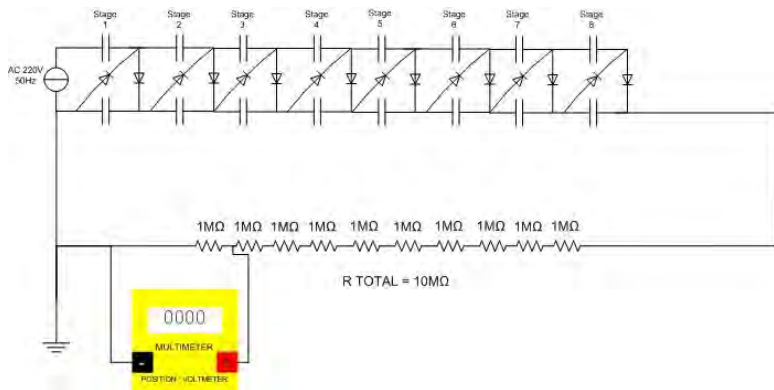
Gambar 4.4 Simulasi Rangkaian Pengali Tegangan Kaskade

Pada gambar 4.4 adalah simulasi rangkaian pengali tegangan dengan jumlah tingkatan sebanyak 14 tingkat dengan beban Resistor sebesar 110MΩ. Pada perencanaan, rangkaian walton cockroft dengan jumlah stage 14 buah dapat diperkirakan akan menghasilkan tegangan output sebesar 8711 Volt yang di dapat dari persamaan:

$$V_o \text{ max} \approx 2n \cdot V_{\text{max}}$$

Dimana n adalah jumlah stage, dan V_{max} adalah V_{effektif} atau biasa disebut juga V_{rms} yang dikali dengan akar 2^[5].

Karena tegangannya terlalu tinggi, maka kami cukup kesulitan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian walton cockroft. Oleh karena itu, kami mencoba beberapa metode pengambilan data tegangan output rangkaian tersebut seperti di literatur, yaitu dengan menggunakan metode pembagian tegangan (voltage divider) dan pengukuran arus.



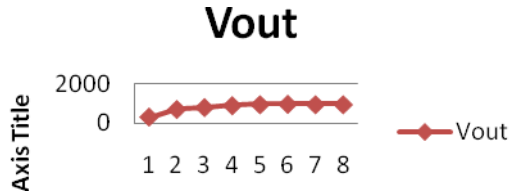
Gambar 4.5 Metode pengukuran tegangan dengan menggunakan pembagi tegangan

Pertama, kami akan menggunakan metode pembagi tegangan seperti pada gambar 4.5 diatas. Kami mencoba dengan total beban 10M Ω yang dirangkai seri. Dengan jumlah resistor 10 buah yang memiliki resistansi yang sama, kami mendapatkan rasio pembagi tegangan pada resistor terakhir dengan perbandingan 10:1. Berikut hasil percobaan yang kami dapatkan dengan metode pembagi tegangan.

Table 4.7 Rangkaian kaskade dengan 8 tingkat dengan $R = 10\text{M } \Omega$

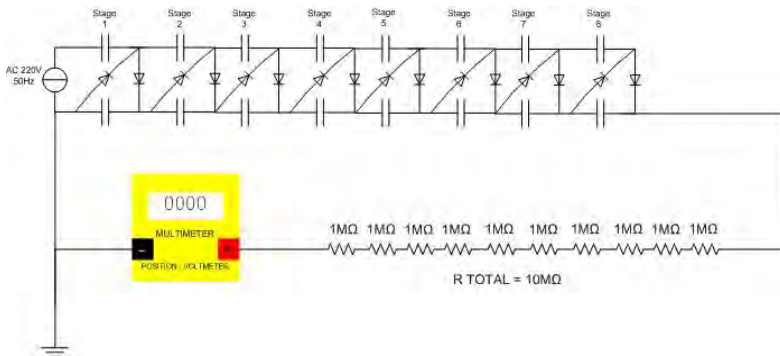
Stage	VR1 (V)	Vout (Perhitungan = $VR1 \times 10$)
stage 1	30	300
stage 2	70	700
stage 3	80	800
stage 4	90	900
stage 5	95	950
stage 6	97	970
stage 7	95	950
stage 8	95	950

Dari tabel 4.7 dapat dinyatakan dalam bentuk grafik, seperti yang tertera pada gambar 4.6 berikut :



Gambar 4.6 Kurva Tegangan Pengali dengan 8 tingkatan

Dari gambar 4.6 kurva yang dihasilkan oleh rangkaian pengali tegangan kaskade ini dapat disimpulkan bahwa pada setiap tingkatan tegangan akan terus bertambah sesuai dengan jumlah tingkatan yang dibutuhkan. Selanjutnya dilakukan analisa tegangan rangkaian pengali tegangan kaskade dengan jumlah 10 tingkatan dan dengan menggunakan resistor yang sama pada percobaan sebelumnya.



Gambar 4.7 Pengukuran tegangan dengan menggunakan metode pengukuran arus

Pada percobaan kali ini kami mulai mencoba dengan metode pengukuran arus dan membandingkan hasilnya dengan metode pembagian tegangan yang sama-sama kami pakai pada percobaan kali ini. Pada

metode pengukuran arus, tegangan output dapat dengan mudah diketahui dengan cara penerapan hukum Ohm, yaitu Tegangan = Arus dikali dengan Resistansi ($V=I.R$). Selain itu, kami juga mengukur tegangan output rangkaian walton cockroft secara langsung pada stage tertentu yang sekiranya masih dalam range pengukuran Multimeter yang kami miliki. Berikut hasil percobaannya.

Tabel 4.8 Rangkaian kaskade dengan 10 tingkat dengan $R = 10M \Omega$

Stage	V_r (V)	I_r (A)	V_o dari V_r	V_o dari I_r
1	27	5E-05	270	530
2	49	1E-04	490	970
3	66	0.0001	660	1300
4	75	0.0002	750	1500
5	81.2	0.0002	812	1590
6	82.2	0.0002	822	1620
7	81.4	0.0002	814	1610
8	81.2	0.0002	812	1610
9	81.6	0.0002	816	1620
10	81.7	0.0002	817	1630

Berdasarkan hasil percobaan diatas, dapat kita simpulkan bahwa metode pengukuran arus lebih mendekati hasil dari pengukuran langsung yang hanya bisa kami uji di stage 1 karena range maksimal tegangan pada alat ukur hanya 1000V. oleh karena itu pada percobaan 10 tingkat ini digunakan analisa arus yang dimana lebih mendekati pada pengukuran sebenarnya.

Selanjutnya dilakukan analisa rangkaian pengali tegangan kaskade dengan penambahan jumlah tingkatan yaitu 12 tingkat dengan resistor sebesar $20M \Omega$. Kami tetap menggunakan 3 metode pengukuran yang berbeda seperti percobaan sebelumnya. Kami sengaja menggunakan metode tersebut karena menurut kami masih belum cukup data untuk menentukan metode yang tepat untuk pengujian tegangan output pada rangkaian walton cockroft. Berikut data ujicoba yang telah kami lakukan.

Tabel 4.9 Rangkaian kaskade dengan 12 tingkat dengan $R = 20M \Omega$

Stage	V_r (V)	I_r (A)	V_o dari V_r	V_o dari I_r
1	13.95	2.6E-05	279	520
2	24.9	4.8E-05	498	960
3	33.5	6.6E-05	670	1320
4	39.6	7.8E-05	792	1554
5	43.3	8.5E-05	866	1696
6	45.2	8.9E-05	904	1776
7	45.8	0.00009	916	1800
8	45.8	9.1E-05	916	1816
9	45.9	9.1E-05	918	1814
10	45.8	9.1E-05	916	1826
11	45.6	9.1E-05	912	1826
12	46	9.1E-05	920	1826

Sesuai dengan data yang diperoleh pada percobaan data kedua, dapat diambil kesimpulan bahwa metode pengambilan data tegangan output dengan metode pengukuran arus lebih mendekati nilai dari pengukuran langsung sehingga menurut kami metode pengukuran arus lebih relevan dan presisi daripada menggunakan metode pembagi tegangan. Selanjutnya dilakukan pengambilan data dengan menambah jumlah tingkatan menjadi 14 tingkat dengan resistor sebesar $20M \Omega$. Berikut hasil pengambilan data :

Tabel 4.10 Rangkaian kaskade dengan 14 tingkat dengan $R = 20M \Omega$

Stage	I_r (A)	V_o dari I_r
1	3E-05	566
2	5E-05	1028
3	7E-05	1394
4	9E-05	1828
5	9E-05	1848
6	9E-05	1870
7	9E-05	1860
8	9E-05	1864
9	9E-05	1852
10	9E-05	1852
11	9E-05	1826
12	9E-05	1840
13	9E-05	1846
14	9E-05	1844

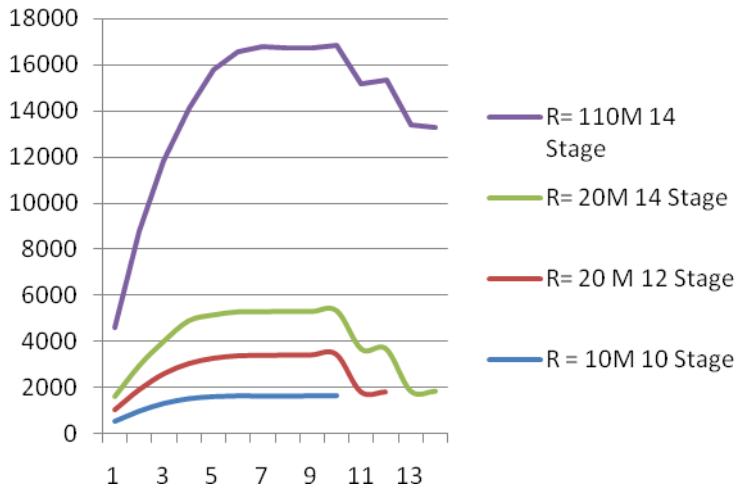
Dari data yang diambil dapat ditarik kesimpulan bahwa yang mempengaruhi perubahan tegangan *output* adalah jumlah tingkatan yang diterapkan. Dengan resistor yang sama pada percobaan sebelumnya dapat dilihat secara jelas bahwa perbedaan tegangan dari kedua data di atas tidak terlalu signifikan, hanya saja pada data tabel 4.4 tegangan yang dihasilkan lebih tinggi sedikit dibandingkan dengan data pada tabel 4.3.

Selanjutnya dilakukan pengambilan data dengan menambah jumlah resistansi sesuai dengan referensi yang ada. Dalam pengambilan data ini digunakan resistor sebesar $110M \Omega$ yang dimana terdiri dari susunan resistor sebesar $1M\Omega$ sebanyak 110 buah yang kemudian di seri. Berikut adalah hasil pengambilan data :

Tabel 4.11Rangkaian kaskade dengan 14 tingkat dengan $R = 110\text{M } \Omega$

Stage	Ir (A)	Vo dari Ir
1	0.000027	2970
2	0.000053	5830
3	0.000071	7810
4	0.000084	9240
5	0.000097	10670
6	0.000103	11330
7	0.000105	11550
8	0.000104	11440
9	0.000104	11440
10	0.000105	11550
11	0.000105	11550
12	0.000106	11660
13	0.000105	11550
14	0.000104	11440

Berdasarkan tabel 4.11, parameter diambilnya data yaitu dari besarnya arus yang mengalir. Oleh karena itu tegangan langsung tidak dapat terdeteksi oleh alat ukur dikarenakan tegangan yang dihasilkan sangat tinggi. Berikut gambar 4.4 merupakan grafik dari keseluruhan data yang diambil pada pengujian tegangan pengali kaskade.



Gambar 4.8 Kurva Perbandingan Tegangan *Output*

Berdasarkan gambar 4.4 dapat ditarik kesimpulan bahwa kenaikan tegangan yang terjadi didasari dengan besarnya resistansi yang digunakan. Hal ini dikarenakan perbandingan antara tegangan dan resistansi berbanding lurus, jika resistansi semakin besar maka tegangan yang dihasilkan semakin besar pula tapi prinsip tegangan ini tidak berlaku untuk besarnya arus yang dihasilkan. Arus yang dihasilkan akan semakin kecil seiring dengan tegangan dan resistansi yang semakin besar.

4.5 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pada pengujian alat secara keseluruhan pada alat tugas akhir ini kami menguji kinerja alat menggunakan sensor emisi gas buang yang terdapat di Laboratorium Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar yang ada di Jurusan Teknik Mesin – ITS. Pertama, kami melakukan ujicoba tentang hubungan tingkat tegangan dengan efektifitas dalam mengurangi emisi gas buang. Pada uji coba kedua yang kami lakukan menggunakan Motor bebek Yamaha Jupiter Z keluaran Tahun 2009. Untuk cara pengambilan data, pada awal mula kami melakukan uji coba dengan tanpa filter terlebih dahulu. Lalu kami akan membandingkan hasil tersebut dengan

ujicoba selanjutnya yang menggunakan filter dengan variasi tegangan yang berbeda. Untuk memperoleh variasi tegangan yang berbeda, kami menggunakan tingkat (stage) pada rangkaian walton cockroft yang memiliki besar tegangan yang berbeda pada setiap tingkayannya. Berikut hasil uji coba yang telah kami lakukan dengan menggunakan Gas Analyzer dari Technotest tipe Stargas 898 dengan pengukuran gas CO, CO2 dan O2 dalam satuan %volume dimana dalam 1% volume sebanding dengan 10000ppm (part per milion). Dan 1ppm sebanding dengan 0.998859 ml/L atau 0.998859 ml/m³[7].

Tabel 4.12 Data Pengujian Emisi Gas Sebelum Filter Aktif dengan menggunakan Motor Yamaha Jupiter Z tahun 2009

No.	Gas	Level*		
		Awal	Medium	High
1	CO	0.81%	2.77%	1.73%
	CO2	3.10%	9.90%	4.61%
	O2	16.95%	4.71%	13.15%

* dalam satuan % volume

Tabel 4.13 Data Pengujian Emisi Gas Setelah Filter Aktif Serta Perbedaannya

No.	Stage	Tegangan	Gas	Level*			Perbedaan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Filter		
				Awal	Medium	High	Awal	Medium	High
1	1	2970 V	CO	0.56 %	1.78%	0.52%	-31.1%	-35.60%	- 70.20 %
			CO2	3.63%	6.73%	2.43%	17.10 %	-32.02%	- 47.29 %
			O2	15.01 %	9.53%	17.64 %	- 11.45 %	102.34%	34.14 %
2	3	7810 V	CO	0.01%	1.63%	1.94%	- 98.27 %	-41.02%	12.50 %
			CO2	0.02%	5.47%	5.72%	- 99.35 %	-44.75%	14.32 %
			O2	20.83 %	14.51 %	13.35 %	22.89 %	208.07%	1.52%

No.	Stage	Tegangan	Gas	Level*			Perbedaan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Filter		
				Awal	Medium	High	Awal	Medium	High
3	5	10670 V	CO	0.51%	2.01%	1.71%	- 36.56 %	-27.29%	-0.98%
			CO2	2.52%	5.39%	4.36%	- 45.81 %	-45.56%	-5.42%
			O2	14.96 %	11.53 %	12.61 %	- 11.74 %	144.80%	-4.11%
4	7	11550 V	CO	0.51%	1.82%	1.64%	- 37.05 %	-34.37%	-4.86%
			CO2	3.45%	5.55%	4.36%	11.29 %	-43.94%	-5.42%
			O2	15.38 %	11.9%	12.84 %	-9.26%	137.58%	-2.36%
5	10	11550 V	CO	0.76%	1.00%	1.65%	-6.07%	-28.04%	-4.28%
			CO2	5.53%	6.59%	4.93%	78.39 %	-33.43%	6.94%
			O2	12.04 %	9.59%	12.52 %	- 28.97 %	103.61%	-4.79%
6	12	11660 V	CO	0.25%	1.91%	1.59%	-68.9%	-31.15%	-7.75%
			CO2	0.95%	6.11%	4.70%	- 69.35 %	-38.28%	1.95%
			O2	18.92 %	10.59 %	13.36 %	11.62 %	124.84%	1.60%
7	14	11440 V	CO	0.43%	0.01%	1.51%	- 47.21 %	-99.53%	- 12.73 %
			CO2	0.92%	0.04%	4.72%	- 70.32 %	-99.60%	2.39%
			O2	19.36 %	21,02 %	14.98 %	14.22 %	346.28%	13.92 %

*Dalam satuan % Volume

Tabel 4.14 Nilai Rata – Rata Pada Setiap Stage

Stage	Tegangan	Nilai rata-rata dalam persen (%)		
		CO	CO2	O2
1	2970V	-45.63%	-20.74%	41.68%
3	7810V	-42.26%	-43.26%	77.49%
5	10670V	-21.61%	-19.72%	42.98%
7	11550V	-25.43%	-12.69%	41.99%
10	11550V	-12.80%	17.30%	23.28%
12	11660V	-35.93%	-35.23%	46.02%
14	11440V	-53.16%	-55.84%	124.81%

Dari tabel 4.14 diatas dapat kita simpulkan bahwa stage 14 dengan tegangan 11440V lebih efektif daripada dengan variasi tegangan lainnya. Disisi lain pada stage 10 dengan tegangan 11550V justru mengalami kenaikan konsentrasi gas CO₂. Hal ini cukup mengejutkan mengingat tegangannya lebih besar dari stage 14 yang hanya memiliki tegangan 11440V. Hal ini juga sesuai dengan percobaan dilakukan oleh Ruud^[11] dimana pada *range* tegangan 10-15 kV memiliki daya filter yang lebih tinggi dibandingkan dengan *range* tegangan 7-10kV.

Pada pengujian selanjutnya, kami menggunakan 3 buah sepeda motor yang diuji menggunakan fiter elektrostatis dan tanpa menggunakan filter elektrostatis. Berikut beberapa data dari hasil pengujian alat secara keseluruhan Tabel 4.15 merupakan data pengujian alat sebelum dipasang filter dan tabel 4.16 merupakan data pengujian setelah diberi filter. Tabel terdapat dihalaman selanjutnya.

Tabel 4.15 Data Pengujian Sebelum di Filter

No.	Jumlah Kendaraan	Tipe Kendaraan	Sebelum di Filter*								
			Awal			Middle			Max		
			CO	CO2	O2	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2
1	1	Honda Win 100cc	3.47%	2.22%	14.96%	3.86%	2.15%	13.97%	2.61%	3.36%	15.08%
2	2	Honda Win 100cc dan Honda Beat (Matic)	0.42%	5.20%	13.02%	5.12%	6.95%	6.31%	5.46%	8.35%	4.91%
3	3	Honda Win 100cc, Honda Beat (Matic), dan Yamaha Jupiter Z	0.11%	1.22%	19.04%	0.38%	4.09%	14.70%	1.95%	5.42%	11.78%

*satuan ppm (part per million)

Tabel 4.16 Data Pengujian Setelah di Filter

No.	Jumlah Kendaraan	Tipe Kendaraan	Setelah di Filter*								
			Awal			Middle			Max		
			CO	CO2	O2	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2
1	1	Honda Win 100cc	0.93%	0.70%	19.37%	2.42%	2.14%	16.00%	4.10%	2.68%	13.76%
2	2	Honda Win 100cc dan Honda Beat (Matic)	0.84%	4.38%	14.70%	4.49%	6.72%	8.66%	4.04%	8.19%	7.26%
3	3	Honda Win 100cc, Honda Beat (Matic), dan Yamaha Jupiter Z	0.01%	0.02%	20.91%	0.15%	1.04%	19.24%	0.61%	1.73%	17.98%

*satuan ppm (part per million)

Tabel 4.17 Data Perbedaan sesudah filter dengan sebelum filter dalam persen (%)

No.	Tipe Kendaraan	Perbedaan sesudah filter dengan sebelum filter dalam persen (%)								
		Awal			Middle			Max		
		CO	CO2	O2	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2
1	Honda Win 100cc	-73.19%	-68.47%	29.48%	-37.43%	-0.47%	14.53%	56.81%	-20.24%	-8.75%
2	Honda Win 100cc dan Honda Beat (Matic)	97.87%	-15.77%	12.90%	-12.33%	-3.31%	37.24%	-26.02%	-1.92%	47.86%
3	Honda Win 100cc, Honda Beat (Matic), dan Yamaha Jupiter Z	-88.99%	-98.36%	9.82%	-61.64%	-74.57%	30.88%	-68.79%	-68.08%	52.63%

Tabel 4.18 Data Nilai Rata-rata Perbedaan Jumlah Emisi Gas Setelah melalui Filter (%)

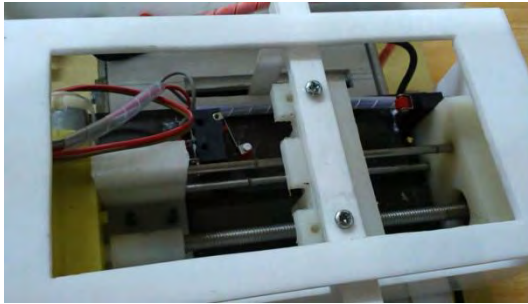
Nilai Rata-rata Perbedaan Jumlah Emisi Gas Setelah melalui Filter (%)									
Awal			Middle			Max			
CO	CO2	O2	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2	
-21.44%	-60.87%	17.40%	-37.13%	-26.12%	27.55%	-12.67%	-30.08%	30.58%	

Berdasarkan tabel 4.15, tabel 4.16 dan tabel 4.17 dapat disimpulkan bahwa perbedaan kandungan zat yang tersaring keluar lewat knalpot motor ada perbedaan. Dari data diatas dapat diambil rata-rata tingkat efektifitas filter untuk menyaring emisi gas buang mencapai 10-40% lebih. Untuk dalam keadaan awal atau steady state, Filter mampu mengurangi kadar emisi Gas CO rata-rata sebesar 21.44%, CO₂ rata-rata sebesar 60.87%, dan O₂ naik rata-rata sebesar 17.40%. Untuk dalam keadaan medium, Filter mampu mengurangi kadar emisi Gas CO rata-rata sebesar 37.13%, CO₂ rata-rata sebesar 26.12%, dan O₂ naik rata-rata sebesar 27.55%. Untuk dalam keadaan high atau full throttle, Filter mampu mengurangi kadar emisi Gas CO rata-rata sebesar 12.67%, CO₂ rata-rata sebesar 30.08%, dan O₂ naik rata-rata sebesar 30.58%.

Untuk pengujian Pembersih, kami mengambil data seberapa lama pembersih meakukan tugasnya. Setelah kami lakukan uji coba, Pembersih memerlukan waktu sekitar 1 menit 56 detik dimana menurut kami itu merupakan waktu yang cukup lama sehingga membuat keefektifitasan dalam hal waktu pengerjaan masih kurang. Berikut beberapa gambar saat kami melakukan uji coba pembersih.



Gambar 4.9 Proses pembersihan sedang berlangsung



Gambar 4.10 Motor sedang melakukan pembersihan



Gambar 4.11 Proses pembersihan selesai.

BAB V

PENUTUP

Bab penutup berisi tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan Tugas Akhir ini beserta saran-saran untuk perbaikan dan pengembangannya.

5.1 Kesimpulan Kesimpulan

Dari beberapa data percobaan yang kami lakukan, kami dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penerapan teori ESP, filter memiliki hasil yang cukup baik meskipun masih ada beberapa yang masih belum konstan. Filter ini cukup efektif dan tepat guna untuk digunakan pada bengkel-bengkel motor karena dapat mem-filter antara 10-30% gas buang dengan baik. Tetapi, filter ini tidak dianjurkan untuk pembuangan dengan tekanan udara yang tinggi karena daya saringnya jauh berkurang bahkan tidak bisa digunakan untuk menyaring sama sekali.
2. Filter memiliki penyerapan optimal pada stage 14 atau pada tegangan 11440V dengan pengurangan gas rata-rata -53.16% untuk CO, -55.84% untuk gas CO₂ dan 124.81% untuk gas O₂.
3. Pada penerapannya, pembersih masih memerlukan waktu yang cukup lama untuk membersihkan plat dikarenakan putaran motor yang lambat.

5.2 Saran

Saran yang dapat diajukan untuk penelitian lebih lanjut mengenai topik ini adalah :

1. Diusahakan pada pengujian selanjutnya untuk memperkecil dimensi karena pada penrapannya masih belum memenuhi standar dimensi yang digunakan pada pipa gas buang.
2. Diusahakan untuk meningkatkan sisi keefektifan kinerja pembersih karena dalam melakukan proses pembersihan masih terlalu lama sekitar 2 menit. Untuk kedepannya pembersih dibuat agar lebih cepat dan efisien.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K,Nanang. T.Kurniawan, M.Nugroho, Perancangan Elektrostatik Precipitator Pada Cerobong Gas Boiler sebagai Penangkap Limbah Debu di PG. Gempolkerep, on Maret ,2015.
- [2] Cockroft,John D. 1951. *Experiment On The Interaction Of High-Speed Nucleons With Atomic Nuclei*. Nobel Lecture, December 11.
- [3],Motor DC, URL : <http://id.wikipedia.org/wiki/MotorDC> , 21 Mei 2015
- [4]...., Mikrokontroler ATmega16, URL: <http://id.wikipedia.org/wiki/ATmega16> , 21 Mei 2015
- [5] Kuffel,E. Zaengl W.S. and Kuffel J. 2000. *High Voltage Engineering : Fundamentals Second Edition*. Great Britain: Butterworth-Hienemann
- [6] Khalifa. Magdi E. 2000. *High-Voltage Engineering : Theory and Practice*. Giza: Cairo University.
- [7] Sularto. 2004. Pengaruh Jenis Sistem Pengapian CDI dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- [8] Jayanti, Novita Eka, Mohammad Hakam, Indri Santiasih, Emisi Gas Karbon Monoksia (CO) dan Hidrokarbon (HC) Pada Rekayasa Jumlah Blade Turbo Ventilator Sepeda Motor “Supra X 125 Tahun 2006. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2014
- [9] Surindra, Denny M. 2009.Pereduksian Kadar Gas Buang CO Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Menggunakan Pengapian. *RBITH*. Vol.5No.3 : Hal. 450-454.
- [10]U. Hanafi, *et al*. 2007. Usaha Mengurangi Globar Warming Melalui Knalpot Anti Polusi Berteknologi Plasma: Penerapan Pada Kendaraan Bermotor Roda Dua. *Riptek*. Vol.1 No.1: Hal. 11-18.
- [11] Rudd, M. Eugene; DuBois, R. D.; Toburen, L. H.; Ratcliffe, C. A.; and Goffe, T. V., *Cross Sections for Ionization of Gases by 5-4000-keV Protons and for Electron Capture by 5-150-keV Protons* (1983). M. Eugene Rudd Publications. Paper 16. <http://digitalcommons.unl.edu/physicsrudd/16>

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

LAMPIRAN A
GAMBAR ALAT KESELURUHAN



Gambar A Tampak Atas



Gambar B Tampak Samping



Gambar C Tampak Belakang



Gambar D Tampak Depan



Gambar E Tampilan *Box Control*



Gambar F Tampilan LCD saat *mode* pembersihan



Gambar G Tampilan ketika *toggle* filter diaktifkan dan proses pembersihan selesai

LAMPIRAN B

DATASHEET ATMEGA16

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512 Bytes EEPROM
 - 1 Kbyte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5V - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega16L
 - 0 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L
 - Active: 1.1 mA
 - Idle Mode: 0.35 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA



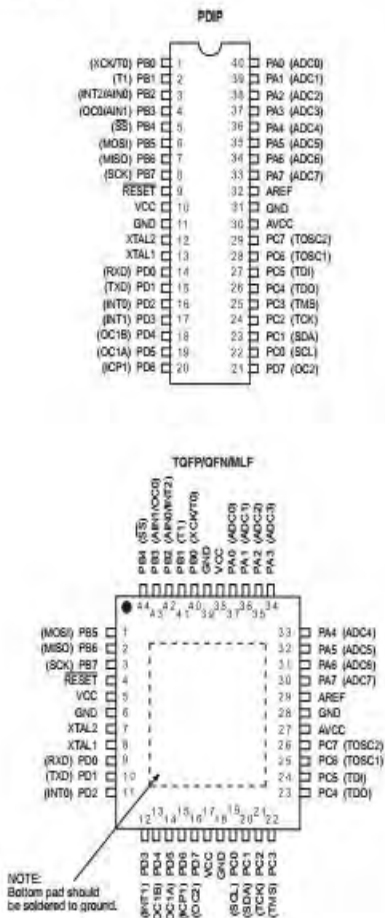
**8-bit AVR®
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

**ATmega16
ATmega16L**

Rev. 2488T-AVR-07/10

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

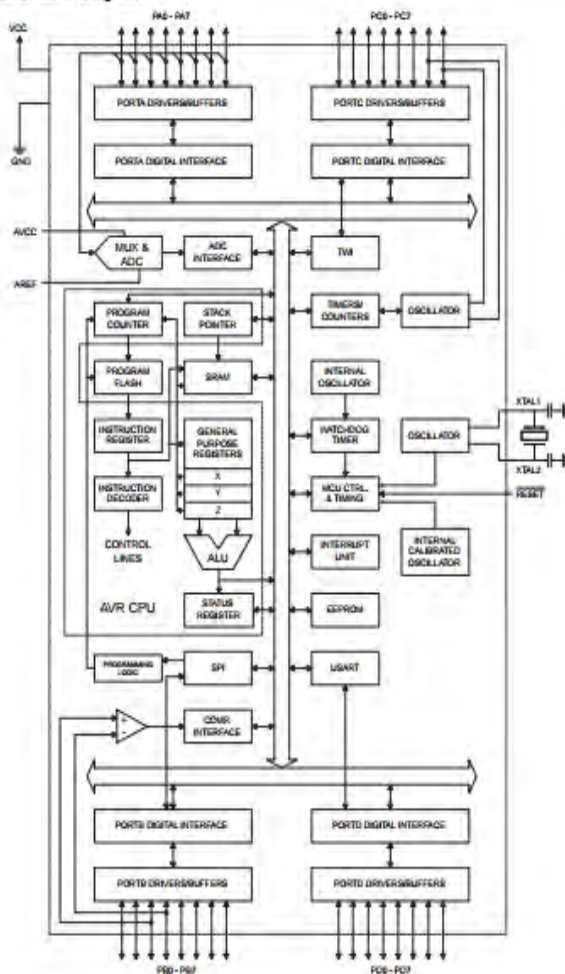
Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN C

SURAT PERMOHONAN FASILITAS



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM D3 TEKNIK ELEKTRO
Kampus ITS Gedung AA & BB Sukolilo Surabaya - 60111
Telp. (031) 5947319, 5994251 s/d 54 Pes. 1276
Fax. (031) 5947319 ext 81

Surat Permohonan Penggunaan Fasilitas

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Silahudin Huda NRP. 2212032028
Pembimbing Tugas Akhir : Slamet Budiprayitno, ST., MT. NIP. 197811132010121002
Judul Tugas Akhir : Filter Elektrostatis dengan Pembersih Osmotik Menggunakan Mikrokontroler ATmega16 Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor TPBB

Mengajukan permohonan untuk menggunakan fasilitas Laboratorium
dilingkungan Program Studi D3 Teknik Elektro.

Adapun data-data pribadi saya adalah:

Tempat tinggal di Surabaya : Gowong Asem Bayung I No. 3B, Surabaya
Telp. : 0892-3393-9395
Tempat tinggal selain Surabaya : Worowoso, RT 12/RW 03, Desa Rejosari, Kab. Madiun
Telp. : -

Teman/kerabat yang bisa dihubungi :

Nama : Ajeng Charisna Dwi Cahya Putri
Hubungan : Rekan Tugas Akhir
Alamat : Jl. Geceng Lor No. 3B, Surabaya
Telp. : 0857-480-244-08

Saya akan mematuhi peraturan yang berlaku di ITS dan di Laboratorium
dilingkungan Program Studi D3 Teknik Elektro. Jika ada peralatan yang ada dan yang kami
penggunaan mengalami kerusakan kami bersedia melaporkan ke Kepala Laboratorium.
Atas perkenannya kami haturkan terima kasih.

Surabaya, 07 Juni 2015

(ANGGA SILAHUDIN H.)
NRP. 2212 032 028

Kepala Laboratorium,

(BAMBANG SUDARMAJITA)
NIP.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing,

(SLAMET BUDI PRAYITNO, ST., MT.)
NIP. 197811132010121002

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Ajeng Charisma Dwi Cahya Putri
TTL : Balikpapan, 21 Mei 1994
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Rumah : JL. Teratai RT 85 No.21, Karang Rejo, Balikpapan
Telp/HP : 085748024408
E-mail : ajengcharisma12@gmail.com
Hobi : Menulis dan membaca

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 2000 - 2006 : SDN 028 Balikpapan Tengah
- 2006 – 2009 : SMP Negeri 14 Balikpapan
- 2009 – 2012 : SMA Negeri 5 Balikpapan
- 2012 – sekarang : Bidang Studi Elektro Industri, Program D3 Teknik Elektro, FTI - ITS

PENGALAMAN KERJA

- Kerja Praktek di PT. Hidup Baru Perdana Abadi, Balikpapan
- Kerja Praktik di PT PLN AP2B Balikpapan

PENGALAMAN ORGANISASI

- Staff magang Divisi Big Event HIMAD3TEKTRO 2012 – 2013
- Bendahara Divisi Big Event HIMAD3TEKTRO 2013 – 2014

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Angga Silahudin Hudaya
TTL : Madiun, 8 Agustus 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Ngronggo, RT12/RW03, Desa
Rejosari, Kec. Sawahan, Kab.
Madiun
Telp/HP : 085233939355
E-mail : asilahudin@gmail.com
Hobi : membaca

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 2000 – 2006 : MI Al-Hikmah Ngronggo
- 2006 – 2009 : SMPN 12 Madiun
- 2009 – 2012 : SMKN 1 Kota Madiun
- 2012 – sekarang : D3 Teknik Elektro, FTI-ITS Surabaya

PENGALAMAN ORGANISASI

- Anggota OSIS SMPN 12 Madiun
- Anggota DPP Pramuka SMPN 12 Madiun
- Staff Syiar BSO Al-farisi, D3 Teknik Elektro
- Ketua Divisi Sepak Bola, UKM Sepak Bola ITS

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rangkaian Penyearah Kaskade <i>Walton Cockroft</i>	6
Gambar 2.2	Keluaran Penyearah Kaskade.....	6
Gambar 2.3	Proses Ionisasi Antara Elektroda – Elektroda.....	8
Gambar 2.4	Kapasitor 100 μ F.....	10
Gambar 2.5	Kapasitor 2200 μ F.....	10
Gambar 2.6	LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	11
Gambar 2.7	Pin out Diagram IC LM7805.....	11
Gambar 2.8	Pin out Diagram IC LM7812.....	12
Gambar 2.9	Dioda 1N4002.....	12
Gambar 2.10	Resistor 1K Ω	13
Gambar 2.11	Transformator CT 500 mA.....	13
Gambar 2.12	Motor DC Sederhana.....	14
Gambar 2.13	Bentuk Fisik Motor DC 5V.....	15
Gambar 2.14	Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega16.....	16
Gambar 3.1	Blok Diagram Perancangan <i>Hardware</i>	20
Gambar 3.2	Simulasi <i>Proteus</i> Rangkaian <i>Power Supply</i>	22
Gambar 3.3	Simulasi <i>Driver</i> motor Menggunakan <i>Proteus</i> (<i>Forward</i>).....	23
Gambar 3.4	Simulasi <i>Driver</i> Motor Menggunakan <i>Proteus</i> (<i>Reverse</i>).....	23
Gambar 3.5	Skematik <i>Layout</i> PCB <i>Driver Motor</i> Menggunakan <i>Eagle</i>	24
Gambar 3.6	IC ATmega16.....	25
Gambar 3.7	Simulasi rangkaian Kontrol dengan menggunakan Mikrokontrol ATmega16.....	25
Gambar 3.8	Program mikrokontroler ATmega16.....	27
Gambar 3.9	Simulasi Tampilan pada layarLCD.....	28
Gambar 3.10	Prinsip Dasar Rangkaian Pengali Tegangan.....	29
Gambar 3.11	Rangkain Kaskade (Walton – Cockroft) 15 Tingkat.....	29
Gambar 3.12	Bentuk Fisik Resistor 110M Ω	30
Gambar 3.13	Kotak Akrilik Rangkaian Kontrol.....	30
Gambar 3.14	Rancangan Blok Filter.....	31
Gambar 3.15	Rancangan Blok Filter tampak 3D.....	31
Gambar 3.16	Ukuran Plat Alumunium dengan tebal 1 mm.....	32
Gambar 3.17	Rancangan Sekat Pembersih Tampak Depan.....	32
Gambar 3.18	Rancangan Sekat Pembersih.....	33

Gambar 3.19	Rancangan sekat Pembersih Tampak 3D	33
Gambar 3.20	Rancangan Motor DC dengan Ulir Tampak Samping.....	34
Gambar 3.21	Rancangan Motor DC dengan Ulir Tampak Atas	34
Gambar 3.22	Rancangan Motor DC dengan Ulir Tampak 3D.....	34
Gambar 3.23	Kerangka Filter Elektrostatis.....	35
Gambar 3.24	Blok Filter Tampak Atas	
Gambar 3.25	Tampilan 2D Rancangan Box Kontrol	36
Gambar 3.26	Tampilan 3D Rancangan Box Filter.....	36
Gambar 4.1	Bentuk Fisik Mikrokontroler AT Mega16.....	39
Gambar 4.2	Bentuk Fisik Rangkaian <i>Driver</i> Motor	40
Gambar 4.3	Bentuk Fisik Rangkaian <i>Power Supply</i>	41
Gambar 4.4	Rangkaian Pengali Tegangan Kaskade.....	42
Gambar 4.5	Metode Pengukuran Tegangan dengan Pembagi Tegangan.....	43
Gambar 4.6	Kurva Tegangan Pengali dengan 8 Tingkatan.....	44
Gambar 4.7	Pengukuran Tegangan dengan Metode Pengukuran Arus	44
Gambar 4.8	Kurva Perbandingan Tegangan <i>Output</i>	49
Gambar 4.9	Proses Pembersih Sedang Berlangsung.....	55
Gambar 4.10	Motor Sedang Melakukan Pembersihan.....	56
Gambar 4.11	Proses Pembersihan Selesai.....	56

FILTER ELEKTROSTATIS DENGAN PEMBERSIH OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA16 UNTUK MENGURANGI EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR PADA BENGKEL

Disusun oleh :

Ajeng Charisma DCP 2212 039 005

Angga Silahudin H 2212 039 028

Dibimbing oleh :

Slamet Budiprayitno, ST., MT.

Agus Suhanto, SPd.





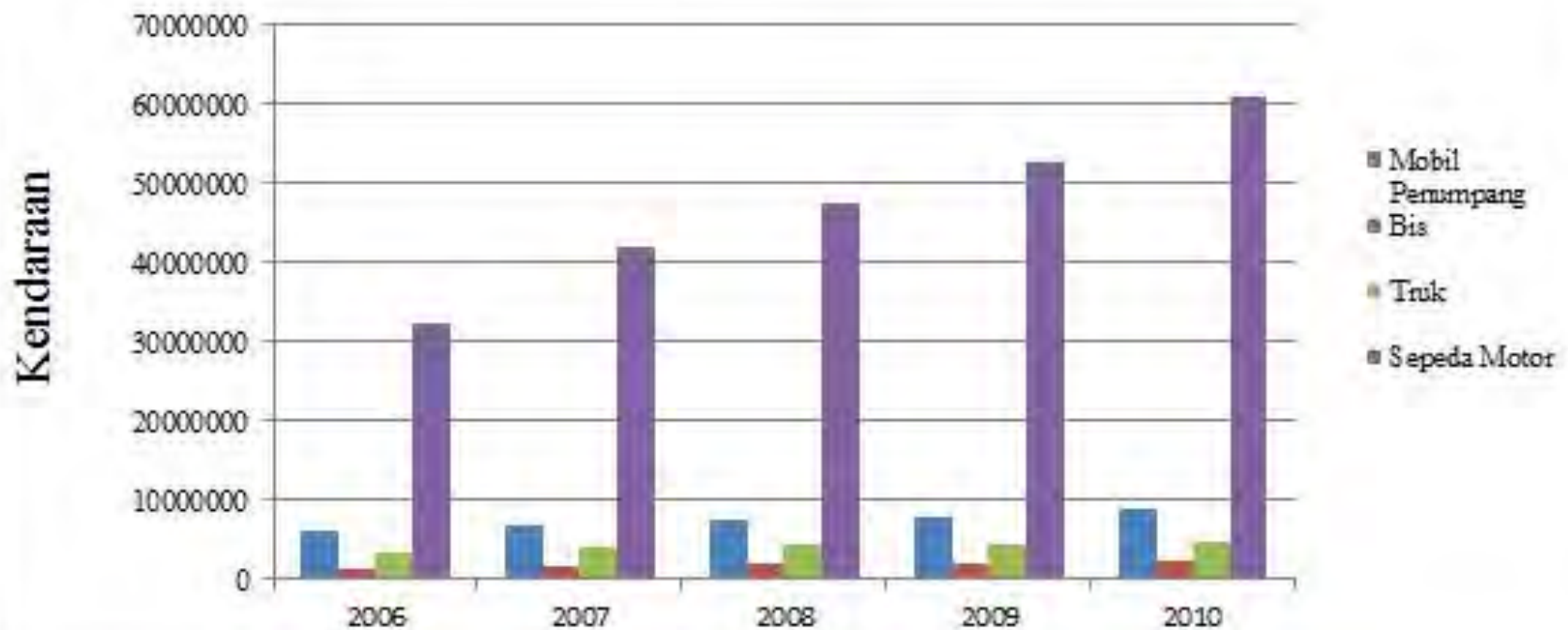
Latar Belakang

Dari semua penyebab polusi udara yang ada, emisi transportasi terbukti sebagai penyumbang pencemaran udara tertinggi di Indonesia, yakni sekitar 85 persen. Hal ini diakibatkan oleh laju pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor yang tinggi.



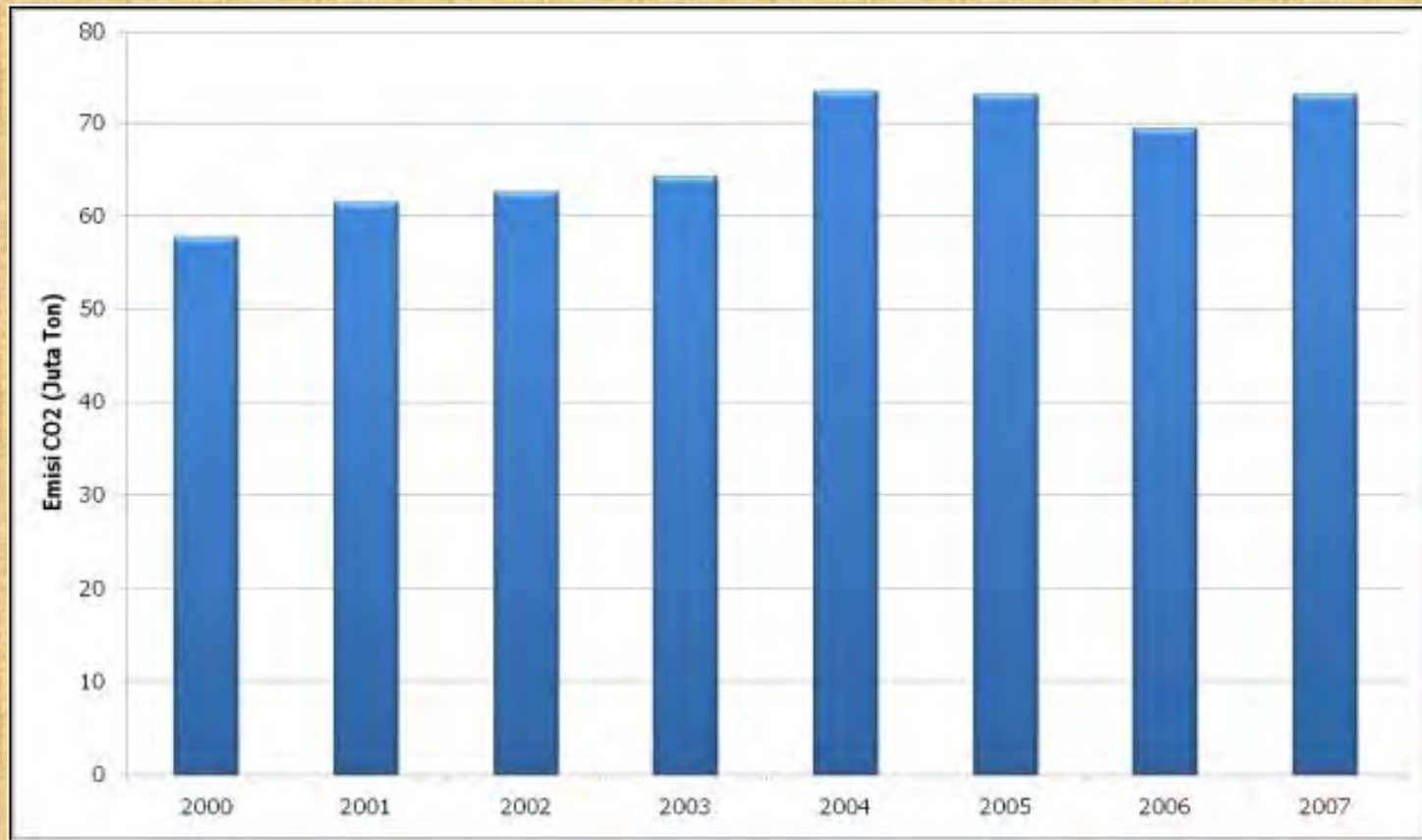
Sumber : Badan Pusat Statistik RI

Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 2006-2010 di Indonesia



Sumber : Badan Pusat Statistik RI

Grafik Perkiraan Emisi CO2 dari Sektor Transportasi di Indonesia Tahun 2000- 2007



Sumber : Badan Pusat Statistik RI



Batasan Masalah

Batasan masalah pada alat ini adalah pengurangan gas emisi buang pada bengkel kendaraan bermotor. Dengan pantauan gas berupa CO, CO₂ dan O₂.

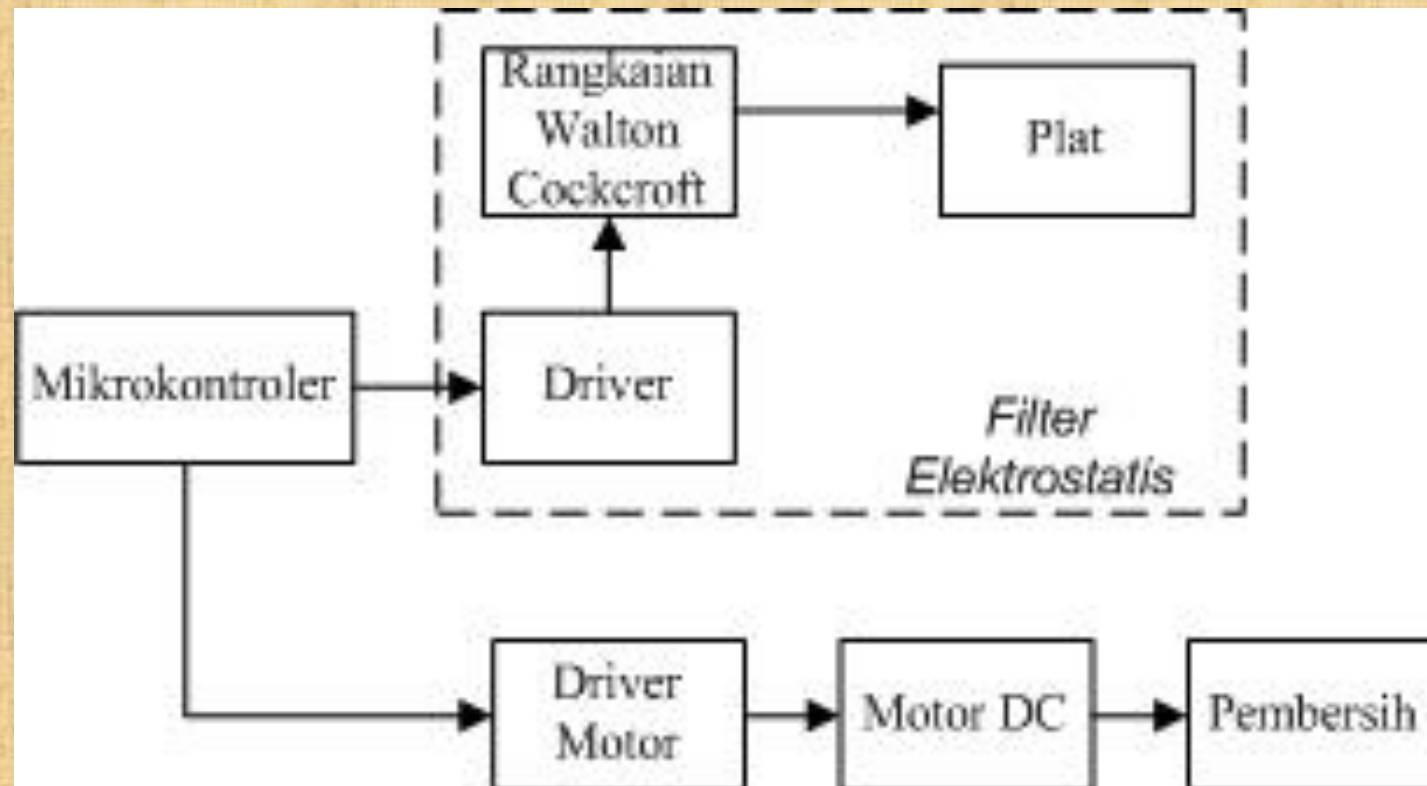
Maksud dan Tujuan



- Udara bersih
- Bengkel nyaman
- Pelanggan dan pekerja senang

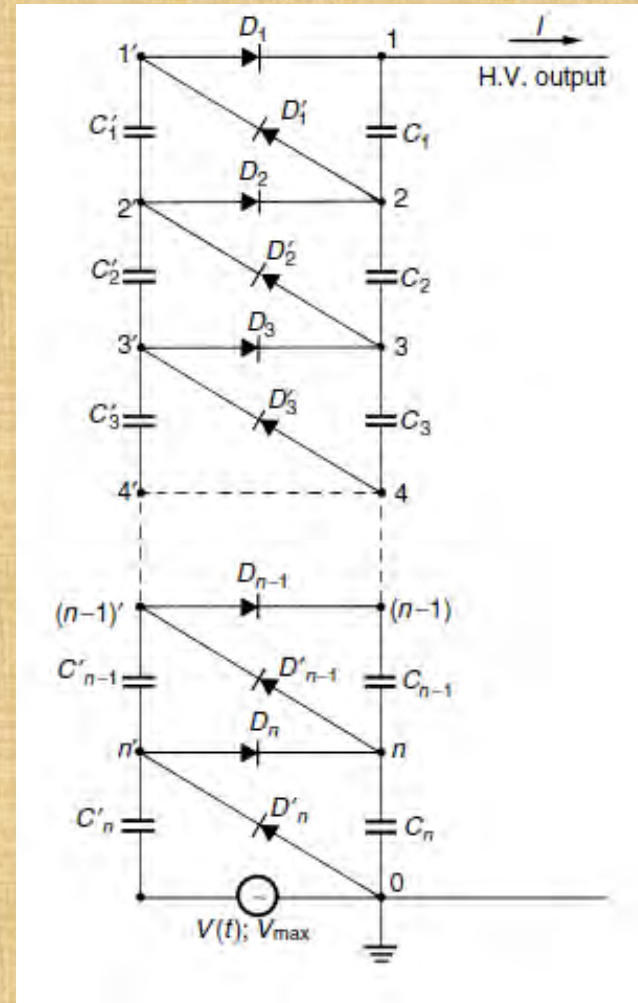


Blok Diagram



Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft



Referensi : Kuffel, E. Zaengl W.S. and Kuffel J. 2000. *High Voltage Engineering : Fundamentals Second Edition*. Great Britain: Butterworth-Heinemann

Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft

$$V_{0\max} \cong 2n V_{\max}$$

stage	V _{in}	V _{max} = √2 x V _{in}	V _{omax} = 2n.V _{max}
1	220	311.13	622.26
2	220	311.13	1244.52
3	220	311.13	1866.78
4	220	311.13	2489.04
5	220	311.13	3111.3
6	220	311.13	3733.56
7	220	311.13	4355.82
8	220	311.13	4978.08
9	220	311.13	5600.34
10	220	311.13	6222.6
11	220	311.13	6844.86
12	220	311.13	7467.12
13	220	311.13	8089.38
14	220	311.13	8711.64

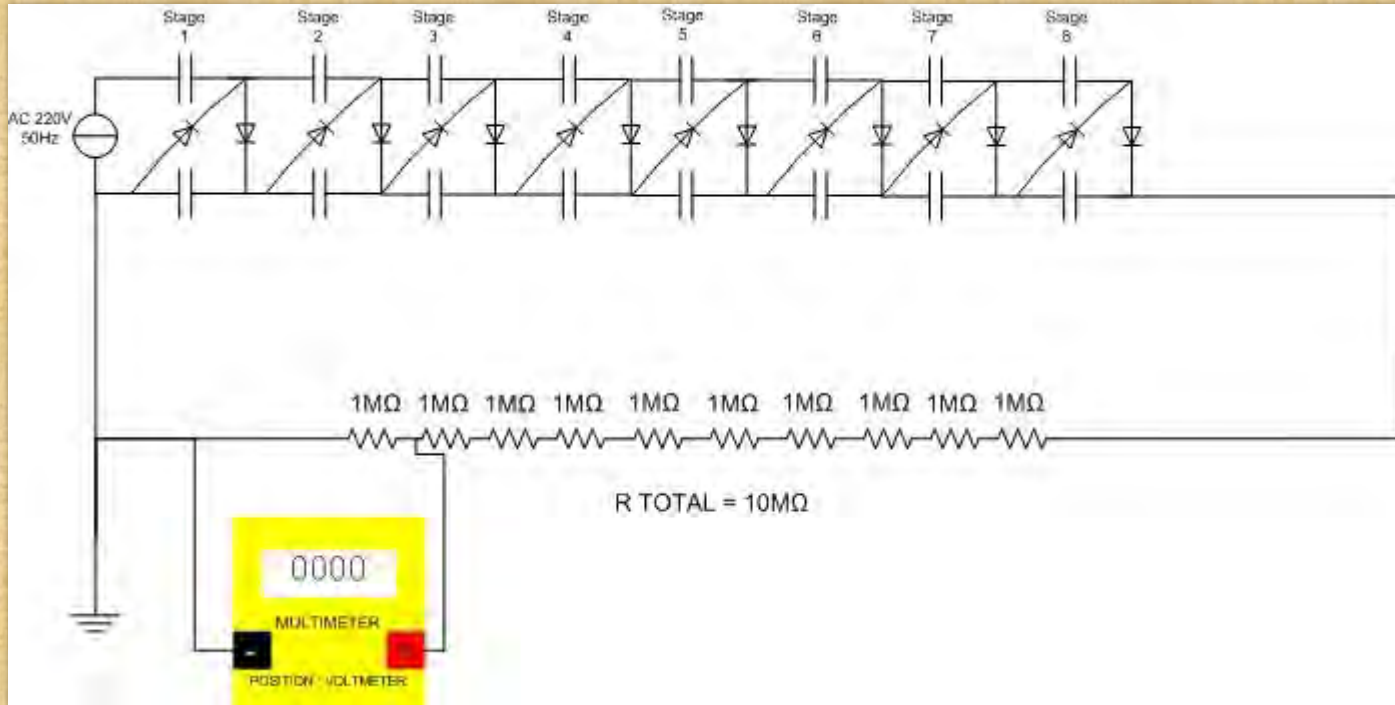
Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft



Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft



Referensi : Kuffel, E. Zaengl W.S. and Kuffel J. 2000. *High Voltage Engineering : Fundamentals Second Edition*. Great Britain: Butterworth-Heinemann

Perancangan *Hardware*

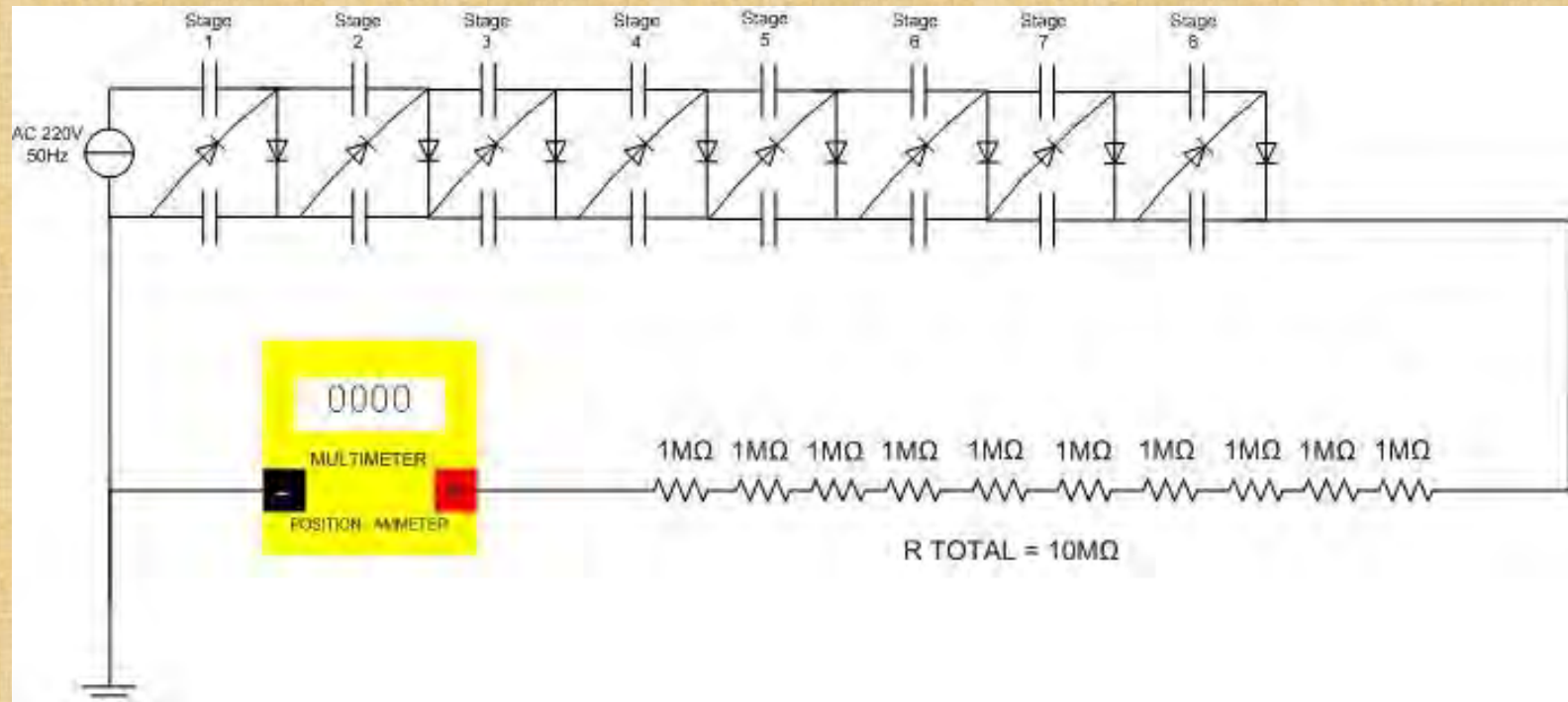
1. Rangkaian Walton - Cockcroft

$$R = 10 \text{ M}\Omega$$

Stage	VR1 (V)	Vout (Perhitungan = VR1 x 10)
stage 1	30	300
stage 2	70	700
stage 3	80	800
stage 4	90	900
stage 5	95	950
stage 6	97	970
stage 7	95	950
stage 8	95	950

Perancangan *Hardware*

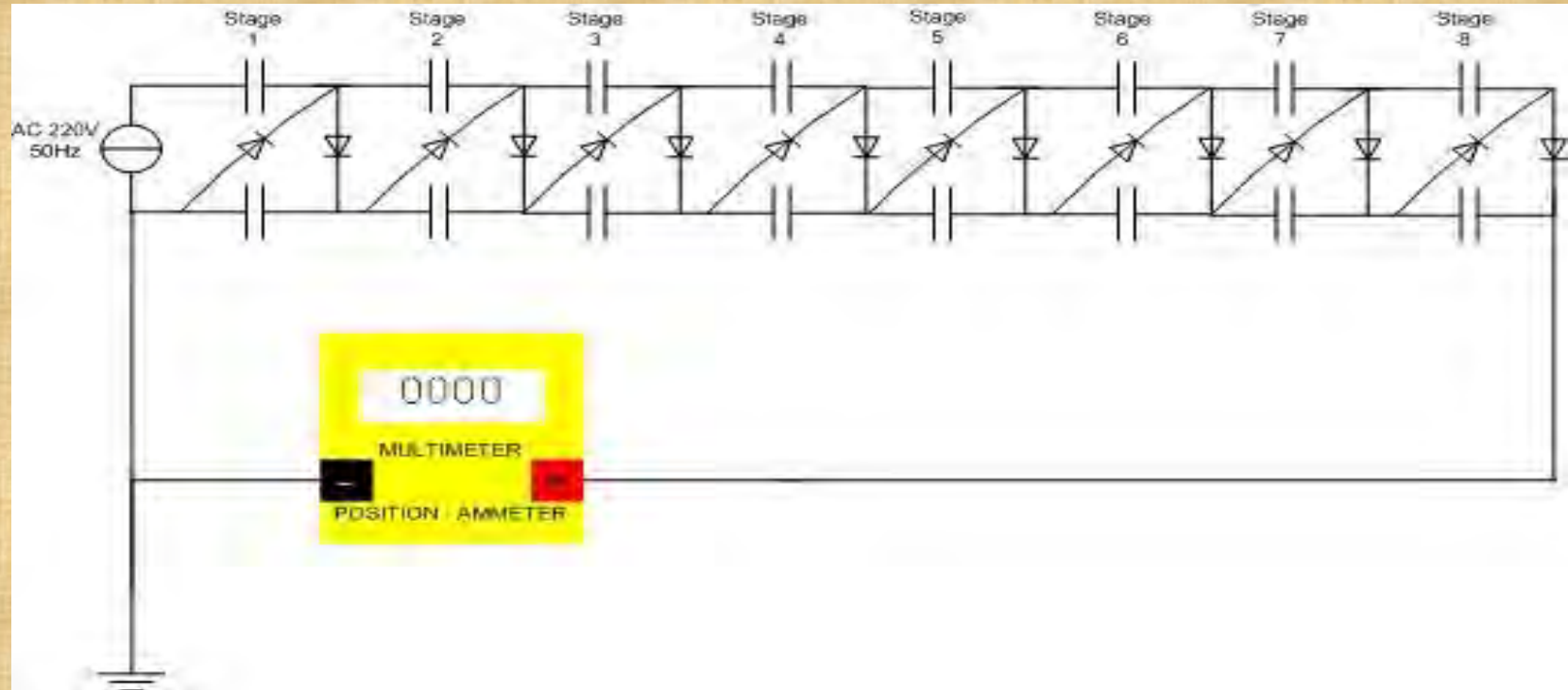
1. Rangkaian Walton - Cockcroft



Referensi : Kuffel,E. Zaengl W.S. and Kuffel J. 2000. *High Voltage Engineering : Fundamentals Second Edition*. Great Britain: Butterworth-Hienemann

Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft



Referensi : Kuffel, E. Zaengl W.S. and Kuffel J. 2000. *High Voltage Engineering : Fundamentals Second Edition*. Great Britain: Butterworth-Hienemann

Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft

$$R = 10 \text{ M}\Omega$$

Stage	V _r (V)	I _r (A)	V _o dari V _r	V _o dari I _r	V Direct (V langsung)
1	27	5E-05	270	530	508 Volts
2	49	1E-04	490	970	tidak terdeteksi
3	66	0.0001	660	1300	tidak terdeteksi
4	75	0.0002	750	1500	tidak terdeteksi
5	81.2	0.0002	812	1590	tidak terdeteksi
6	82.2	0.0002	822	1620	tidak terdeteksi
7	81.4	0.0002	814	1610	tidak terdeteksi
8	81.2	0.0002	812	1610	tidak terdeteksi
9	81.6	0.0002	816	1620	tidak terdeteksi
10	81.7	0.0002	817	1630	tidak terdeteksi

Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft

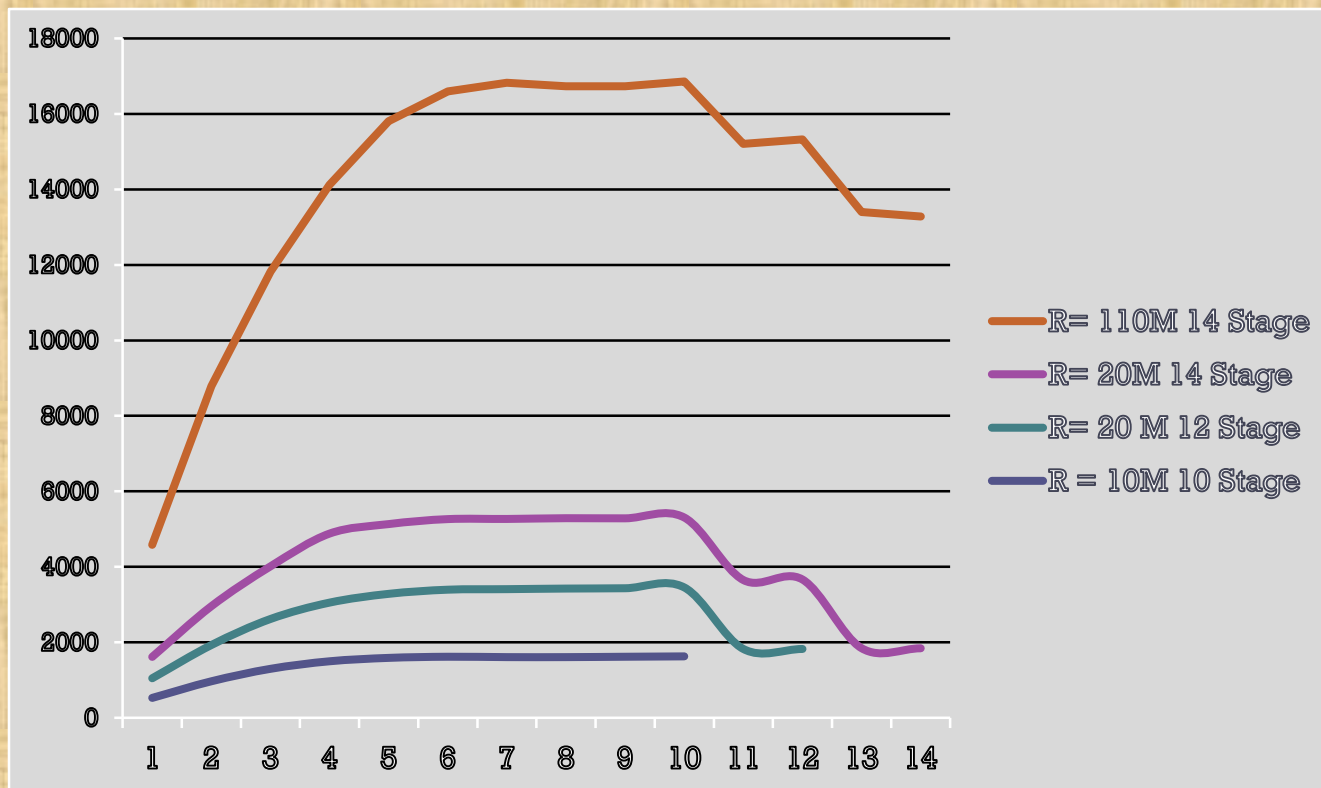
Hasil Pengujian dengan metode pengukuran Arus

Stage	Tegangan Output		
	R 20M Ω	R 20M Ω	R 110 M Ω
1	520	566	2970
2	960	1028	5830
3	1320	1394	7810
4	1554	1828	9240
5	1696	1848	10670
6	1776	1870	11330
7	1800	1860	11550
8	1816	1864	11440
9	1814	1852	11440
10	1826	1852	11550
11	1826	1826	11550
12	1826	1840	11660
13		1846	11550
14		1844	11440

Perancangan *Hardware*

1. Rangkaian Walton - Cockcroft

Grafik perbandingan hasil Uji Coba



Perancangan *Hardware*

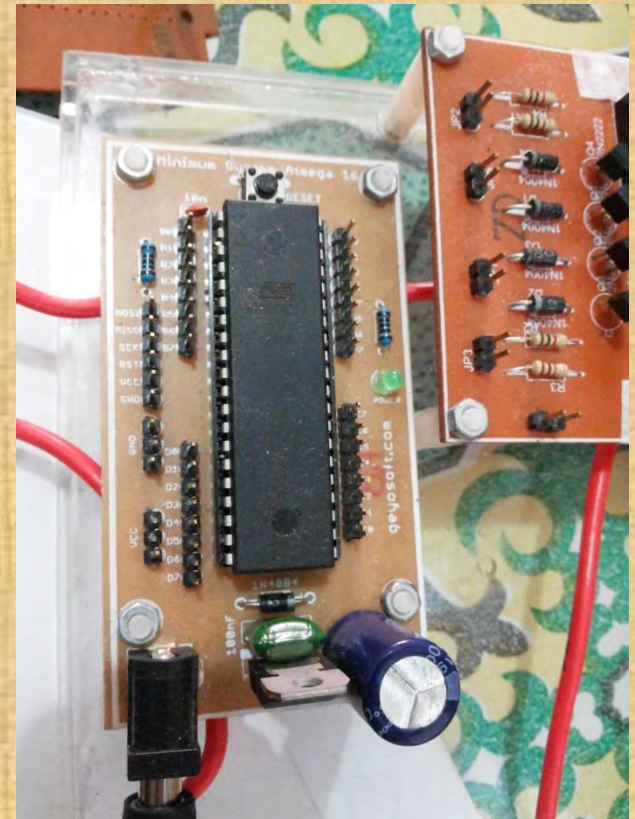
2. Minimum *System* ATMega16

Port A digunakan untuk input toggle switch high voltage, S1, dan S2.

Port B digunakan untuk output indikator high voltage dan juga indikator motor

Port C digunakan untuk output motor forward – reverse dan juga relay high voltage

Port D digunakan sebagai output LCD 16x2 sebagai indikator.



Perancangan *Hardware*

2. Minimum *System* ATmega16

Alur Program Mikrokontroler ATmega16

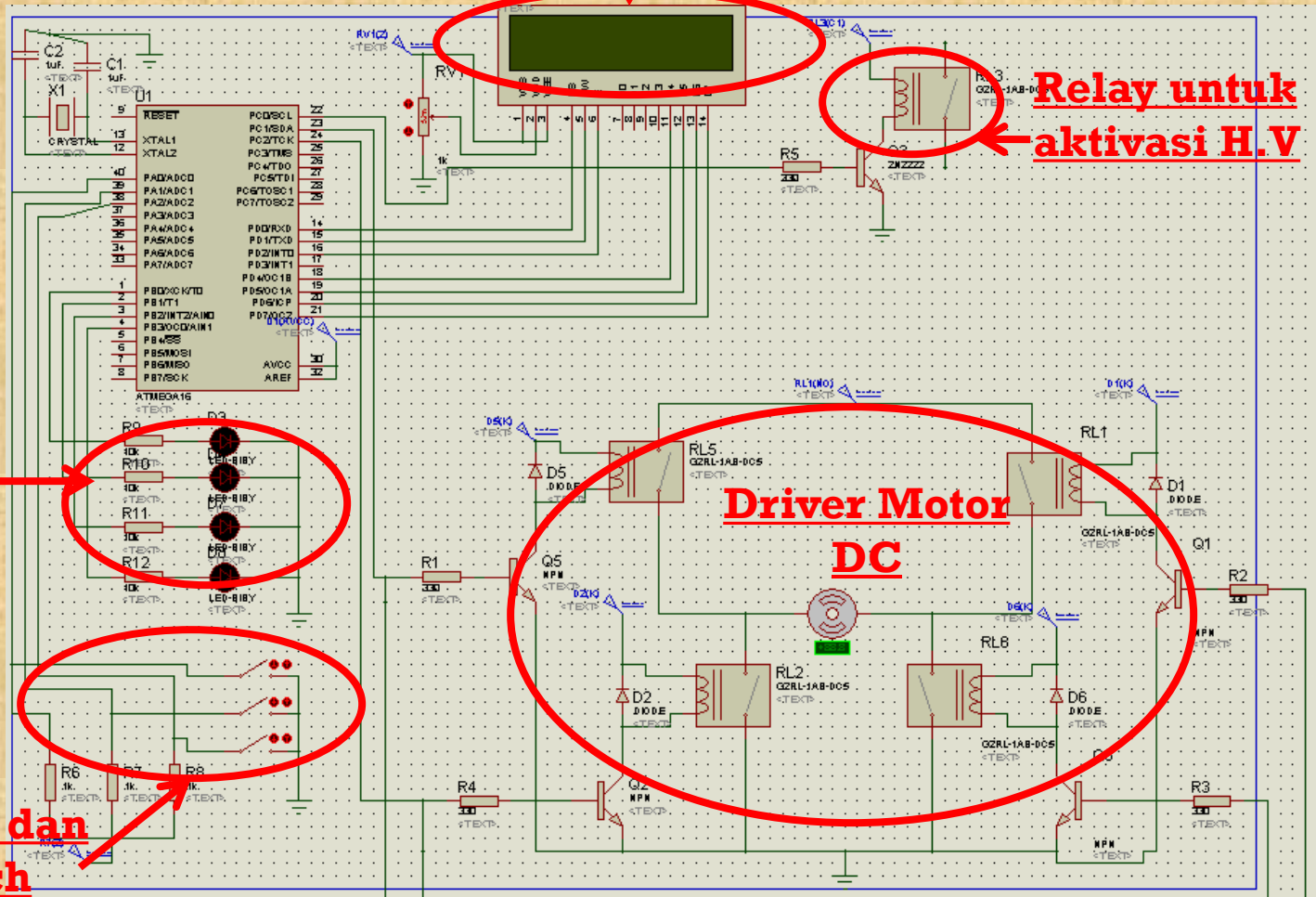
LCD 16x2

**Relay untuk
aktivasi H.V**

**Indikator
LED**

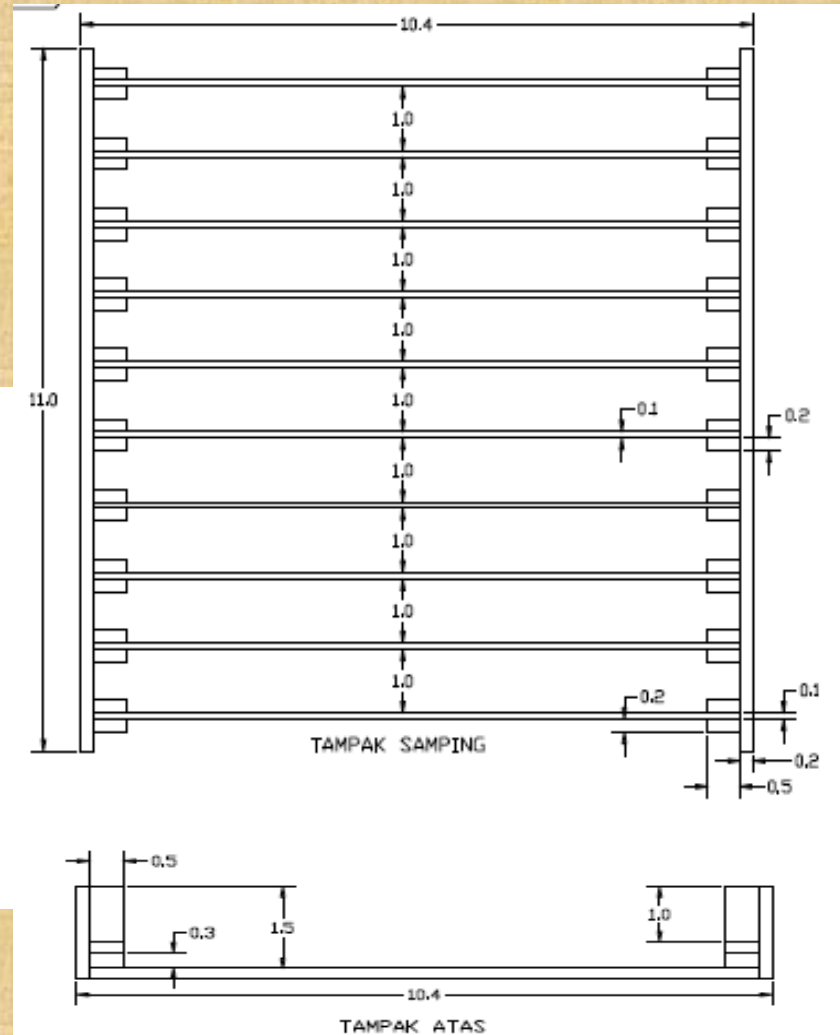
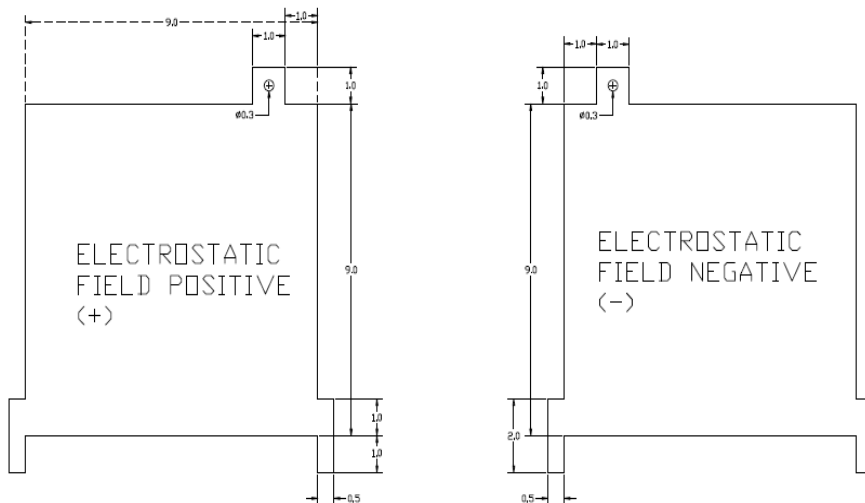
**Driver Motor
DC**

**Input : Toggle dan
Limit Switch**



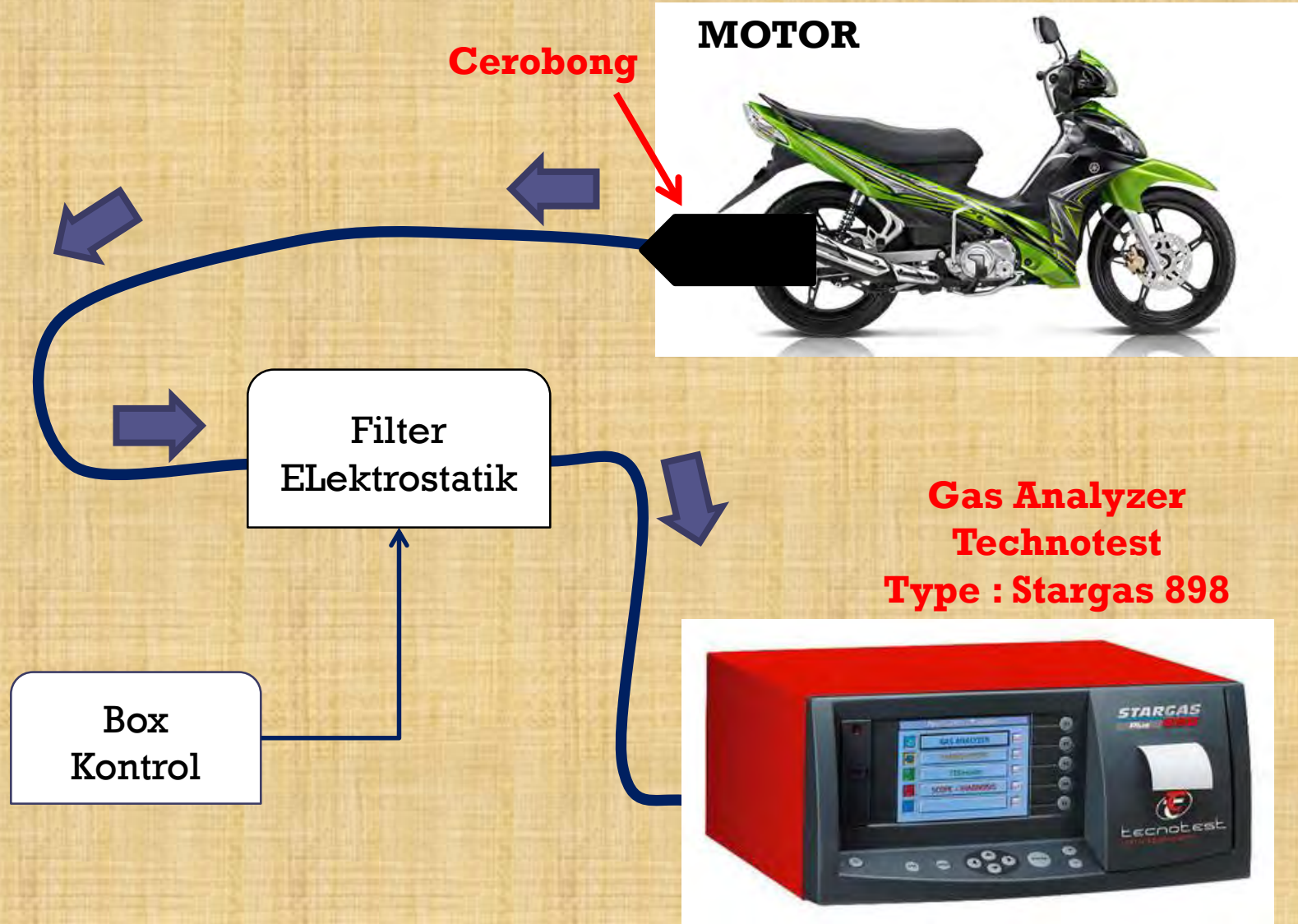
Perancangan *Hardware*

3. Rancangan Plat Filter Elektostatis

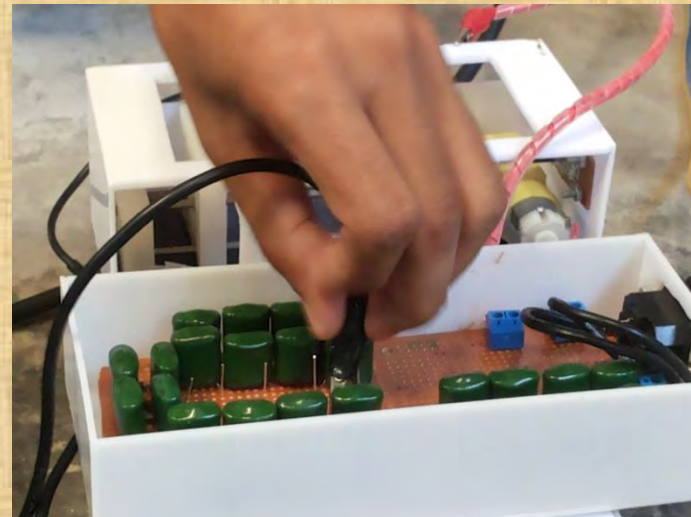


Referensi : Khalifa. Magdi E. 2000. *High-Voltage Engineering : Theory and Practice*. Giza: Cairo University.

Skema Pengujian Alat



Proses pengujian alat



Video Pengujian Alat



PENGUJIAN FILTER ELEKTROSTATIS

Hasil Pengujian

Motor : Yamaha Jupiter Z Tahun 2009
Bahan Bakar : Bensin (Premium)

Hasil Pengujian

No	Stage	Tegangan	Sebelum Filter Aktif**			Setelah Filter Aktif**			Perbedaan**		
			CO	CO2	O2	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2
1	1	2970 V	1.77%	5.87%	11.60%	0.95%	4.26%	14.06%	-0.82%	-1.61%	2.46%
2	3	7810 V	1.77%	5.87%	11.60%	1.20%	3.59%	16.23%	-0.57%	-2.28%	4.63%
3	5	10670 V	1.77%	5.87%	11.60%	1.41%	4.76%	13.03%	-0.36%	-1.11%	1.43%
4	7	11550 V	1.77%	5.87%	11.60%	1.32%	4.45%	13.14%	-0.45%	-1.42%	1.54%
5	10	11550 V	1.77%	5.87%	11.60%	1.47%	5.68%	11.38%	-0.30%	-0.19%	-0.22%
6	12	11660 V	1.77%	5.87%	11.60%	1.25%	3.92%	14.29%	-0.52%	-1.95%	2.69%
7	14	11440 V	1.77%	5.87%	11.60%	0.65%	1.89%	18.45%	-1.12%	-3.98%	6.85%

** dalam satuan %volume

Hasil Pengujian

Motor : Yamaha Jupiter Z Tahun 2009

Bahan Bakar : Bensin (Premium)

$$\% (v/v) = \frac{\text{Volume zat yang bersangkutan}}{\text{Volume total campuran}} \times 100$$

$$1\% \text{ vol} = 10000 \text{ ppm}$$

$$1 \text{ ppm} = 0.998859 \text{ mg/L} = 0.998859 \text{ mg/m}^3$$

Referensi : Sularto. 2004. Pengaruh Jenis Sistem Pengapian CDI dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret

Hasil Pengujian

Motor : Yamaha Jupiter Z Tahun 2009

Bahan Bakar : Bensin (Premium)

Nilai rata-rata hasil pengujian

Stage	Tegangan	Nilai rata-rata dalam persen (%)		
		CO	CO2	O2
1	2970V	-46.27%	-27.37%	21.21%
3	7810V	-32.39%	-38.90%	39.91%
5	10670V	-20.24%	-18.97%	12.36%
7	11550V	-25.27%	-24.13%	13.25%
10	11550V	-17.08%	-3.18%	-1.87%
12	11660V	-29.38%	-33.22%	23.19%
14	11440V	-63.33%	-67.75%	59.08%

Pengujian Dengan 3 Motor

Motor yang digunakan :

- 1. Honda Win tahun 2000**
- 2. Honda Beat (Matic) Tahun 2012**
- 3. Yamaha Jupiter Z Tahun 2009**

Jenis Bahan Bakar : Bensin (Premium)



Hasil Pengujian Dengan 3 Motor

Nilai Rata-rata Pengujian

Tipe Kendaraan	Filter Tidak Aktif*			Filter Aktif*			Perbedaan Filter Tidak Aktif dengan Filter Aktif*		
	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2	CO	CO2	O2
Honda Win 100cc	3.32%	2.58%	14.67%	2.48%	1.84%	16.38%	0.83%	0.74%	-1.71%
Honda Win 100cc dan Honda Beat (Matic)	3.67%	6.83%	8.08%	3.12%	6.43%	10.21%	0.55%	0.40%	-2.13%
Honda Win 100cc, Honda Beat (Matic), dan Yamaha Jupiter Z	0.81%	3.58%	15.17%	0.25%	0.93%	19.38%	0.56%	2.65%	-4.20%

* dalam satuan %volume

Hasil Pengujian Dengan 3 Motor

Perbedaan Filter Tidak Aktif dengan Filter Aktif dalam Presentase(%)

CO	CO2	O2
-25.17%	-28.59%	11.63%
-14.89%	-5.90%	26.32%
-68.59%	-74.00%	27.70%

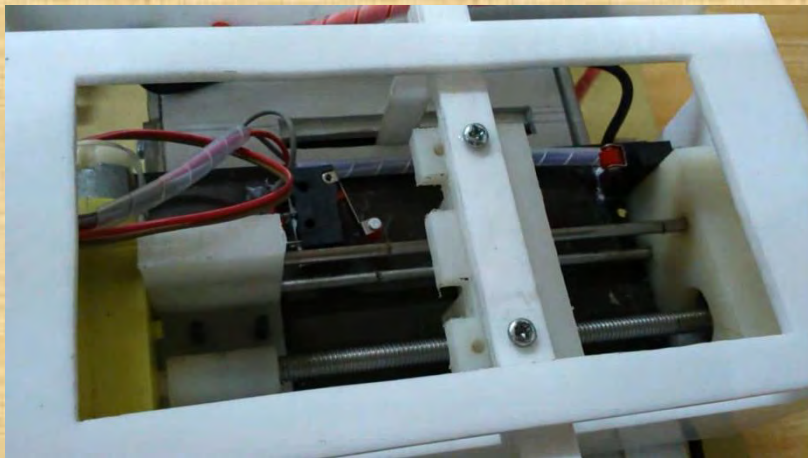
Hasil Pengujian Dengan 3 Motor

Prosentase Keseluruhan Perbedaan Saat Filter Aktif dengan Filter Tidak Aktif (%)

CO	CO2	O2
-36.21%	-36.16%	21.89%

Hasil Pengujian Pembersih

**Lama Proses Pembersihan :
1 menit 56 detik**



Kesimpulan

- ✓ **Penerapan Filter Elektrostatik pada Bengkel motor cukup efektif : mencapai 30%**
- ✓ **Filter masih belum optimal pada full throttle**
- ✓ **Pada penerapannya, mode pembersihan memerlukan waktu yang cukup lama**

Saran

- ✓ **Konstruksi masih terlalu besar**
- ✓ **Desain lebih diperhatikan**
- ✓ **Optimalisasi pembersih**

Save the Earth!



TERIMA KASIH

